



TUGAS AKHIR - RE 141581

**PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI
UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR
SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI
KOTA SURABAYA**

**SILVANA HERRARI
3311100042**

**DOSEN PEMBIMBING
Alfan Purnomo, ST., MT.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - RE 141581

**PLANNING OF SANITATION TECHNOLOGY AS
AN EFFORTS TOWARDS OPEN DEFECATION
FREE IN TEGALSARI DISTRICT SURABAYA CITY
INDONESIA**

**SILVANA HERRARI
3311100056**

**SUPERVISOR
Alfan Purnomo, ST., MT.**

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI KOTA SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada**

**Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**SILVANA HERRARI
NRP 3311 100 042**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Alfian Purnomo ST.,MT
NIP. 19830304 200604 1 002**

SURABAYA, JULI 2015



ABSTRAK

Perencanaan Teknologi Sanitasi Sebagai Upaya Bebas Buang Air Besar Sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya

Nama Mahasiswa : Silvana Herrari
NRP : 3311 100 042
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Alfian Purnomo, S.T., M.T.

Kondisi sanitasi di Kota Surabaya belum sesuai dengan target Pemerintah Indonesia dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2015-2019, yaitu akses 100% untuk sanitasi. Pada tahun 2013 Kecamatan Tegalsari menduduki peringkat ketiga dalam tidak tersedianya fasilitas tempat buang air besar di Kota Surabaya, yaitu sebanyak 1.530 rumah tangga. Maka dari itu diperlukan perencanaan teknologi sanitasi yang tepat di Kecamatan Tegalsari sebagai upaya bebas buang air besar sembarangan (BABS). Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan teknologi sanitasi dan menghitung biaya yang dibutuhkan.

Alternatif teknologi yang direncanakan adalah jamban keluarga, jamban bersama, dan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal berupa *anaerobic baffled reactor* (ABR). Penentuan teknologi berdasarkan hasil wawancara dengan tokoh masyarakat, pengisian kuesioner oleh masyarakat, dan observasi lapangan. Setelah pilihan teknologi sanitasi ditentukan, dihitung *detail engineering design* (DED).

Pilihan teknologi yang dipilih masyarakat di Kelurahan Tegalsari dan Wonorejo adalah jamban keluarga, sedangkan di Kelurahan Dr. Soetomo memilih IPAL. IPAL yang direncanakan berdimensi p x l x t sebesar 11 m x 2,5 m x 2,5 m. Biaya minimum yang dibutuhkan sebagai upaya bebas BABS di Kelurahan Tegalsari adalah sebesar Rp 39.000.000,00 dengan melayani 30 KK; di Kelurahan Wonorejo sebesar Rp 26.000.000,00 dengan melayani 20 KK; dan di Kelurahan Dr. Soetomo sebesar Rp 265.690.000,00 dengan melayani 107 KK.

Kata kunci: BABS, jamban, perencanaan, sanitasi.

ABSTRACT

Planning of Sanitation Technology as an Efforts Towards Open Defecation Free in Tegalsari District Surabaya City Indonesia

Name of student : Silvana Herrari
NRP : 3311 100 042
Department : Teknik Lingkungan
Supervisor : Alfian Purnomo, S.T., M.T.

Condition of sanitation in Surabaya City has not been appropriate with The Indonesian Government's target in Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019, which is 100% access for sanitation. In 2013, Tegalsari District is the third rank of unavailability defecation facilities in Surabaya City. There are 1.530 household that do not have defecation facility. Therefore, it is needed planning of sanitation technology as an efforts towards open defecation free. The purposes of this final project are to plan sanitation technology and to calculate cost required.

Alternative technologies which are planned, are individual toilet, communal toilet, and wastewater treatment plant (WWTP) with anaerobic baffled reactor (ABR). Determination of technology is based on interview with community leaders, the questionnaires by community, and field observation. After the sanitation technology is chosen, it is calculated the detail engineering design (DED).

People in Tegalsari Subdistrict and Wonorejo Subdistrict chose individual toilet, while people in Dr. Soetomo chose WWTP. WWTP which is planned has dimension $l \times w \times h$ as $11 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$. Minimum cost that is needed as an efforts towards open defecation free in Tegalsari Subdistrict is Rp 39.000.000,00 with service 30 household; in Wonorejo Subdistrict is Rp 26.000.000,00 with service 20 household; and in Dr. Soetomo Subdistrict is Rp 265.690.000,00 with service 107 household.

Keyword: open defecation, planning, sanitation, toilet.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala nikmat dan rahmat-Nya, laporan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Teknologi Sanitasi sebagai Upaya Bebas Buang Air Besar Sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis telah mendapat banyak bantuan, saran dan motivasi. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Alfian Purnomo, ST., MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir, atas bimbingannya dalam tugas akhir ini.
2. Ir. Eddy Setiadi Sodjono, Dipl.SE., MSc., PhD., Alia Damayanti, ST., MT., PhD., dan Arie Dipareza Syafe'i, ST., MEPM, PhD., selaku dosen penguji tugas akhir, atas sarannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Linda selaku sanitarian Puskesmas Dr. Soetomo dan Bapak Setyoso selaku sanitarian Puskesmas Kedungdoro, atas bantuan dalam pengambilan data di lokasi perencanaan.
4. Ketua RW 2 Dr. Soetomo, RW 6 Wonorejo, RW 7 Tegalsari, dan warga setempat, atas keramahan dan bantuan dalam pengambilan data di lokasi perencanaan.
5. Orang tua, kakak, dan keluarga besar yang selalu memberikan doa dan motivasi dalam setiap pengerjaan tugas akhir ini.
6. Nafidzah, Rio, dan teman-teman Teknik Lingkungan 2011 lainnya, atas kesediannya dalam membantu dalam pengambilan data dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan kedepannya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juni 2015
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sanitasi dan Air Limbah Domestik	5
2.1.1 Pengertian Sanitasi	5
2.1.2 Pengertian Air Limbah Domestik	5
2.1.3 Kualitas Air Limbah Domestik	5
2.2 Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat	6
2.3 Teknologi Sanitasi	7
2.3.1 Sanitasi Sistem Setempat (<i>On-site</i>)	7
2.3.2 Sanitasi Sistem Terpusat (<i>Off-site</i>)	7
2.4 Pemilihan Opsi Teknologi Pengolahan	8

2.4.1	Opsi Teknologi Pengolahan yang Tersedia.....	8
2.4.2	Perbandingan Alternatif Teknologi Pengolahan di Daerah Spesifik	10
2.4.3	Aspek Pengkajian Opsi Sanitasi.....	14
2.5	Pengolahan Anaerobik untuk Air Limbah	14
2.6	Sistem Penyaluran Air Limbah	15
2.6.1	Debit Air Limbah	16
2.6.2	Sistem Perpipaan	18
2.6.3	Bahan Perpipaan	19
2.7	Metode Pengumpulan Data	19
2.7.1	Metode Sampling.....	19
2.7.2	Metode Wawancara	21
BAB 3 METODE PERENCANAAN.....		23
3.1	Kerangka Perencanaan	23
3.2	Tahapan Perencanaan	27
BAB 4 GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN.....		33
4.1	Wilayah Geografis dan Administrasi.....	33
4.2	Kependudukan.....	33
4.3	Kondisi Sanitasi	34
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Hasil Kuesioner dan Wawancara	37
5.2	Perencanaan Tangki Septik.....	48
5.2.1	Penentuan Dimensi Tangki Septik Dengan Perhitungan.....	48
5.2.1	Penentuan Dimensi Tangki Septik Dengan Menggunakan SNI–03-2398-1991	51

5.3	Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah.....	52
5.3.1	Proyeksi Penduduk.....	52
5.3.2	Perhitungan Debit Air Limbah.....	52
5.3.3	Pembebanan Pipa	54
5.3.4	Perhitungan Diameter Pipa	61
5.3.5	Penanaman Pipa	75
5.3.6	Profil Hidrolis.....	76
5.4	Perencanaan Bangunan Pelengkap.....	81
5.4.1	Sumur Pengumpul	81
5.4.2	Pompa	81
5.5	Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Limbah	83
5.5.1	Kualitas Air Limbah.....	83
5.5.2	Baku Mutu Air Limbah Domestik	85
5.5.3	Perhitungan <i>Anaerobic Baffled Reactor</i>	85
5.5.4	Perhitungan <i>Mass Balance</i>	95
BAB 6 <i>BILL OF QUANTITY</i> DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA		99
6.1	BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1	111
6.2	BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1	113
6.3	BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI-03-2398-1991	115
6.4	BOQ dan RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah.....	118
6.4.1	BOQ Pipa.....	118
6.4.2	BOQ Galian dan Urugan Pipa	118
6.4.3	BOQ Pembongkaran Paving	125

6.4.4	RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah	128
6.5	BOQ dan RAB Bak Kontrol	129
6.6	BOQ dan RAB Manhole	130
6.7	BOQ dan RAB Sumur Pengumpul	130
6.8	BOQ dan RAB <i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	132
BAB 7 OPERASI DAN PEMELIHARAAN SARANA TEKNOLOGI SANITASI KOMUNAL OLEH MASYARAKAT		135
BAB 8 UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN		141
BAB 9 KESIMPULAN DAN SARAN		143
9.1	Kesimpulan	143
9.2	Saran	143
DAFTAR PUSTAKA		145

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Opsi Teknologi Pengolahan.....	10
Tabel 3. 1 Penentuan Jumlah Sampel	29
Tabel 3. 2 Variabel dan Indikator Kuesioner	29
Tabel 3. 3 Rincian Kebutuhan Data Sekunder.....	30
Tabel 4. 1 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan Kepadatan Penduduk Per Kelurahan Tahun 2013	33
Tabel 4. 2 Rata-Rata Anggota Keluarga Per Kelurahan Tahun 2013.....	34
Tabel 4. 3 Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin Per Kecamatan Tahun 2013	34
Tabel 4. 4 Jumlah Rumah Tangga dan Fasilitas Tempat Buang Air Besar	35
Tabel 4. 5 Jumlah KK yang BABS.....	35
Tabel 5. 1 Dimensi Tangki Septik Berdasarkan SNI–03-2398- 1991.....	51
Tabel 5. 2 Pembebanan Pipa.....	57
Tabel 5. 3 Dimensi Pipa Air Limbah	67
Tabel 5. 4 Dimensi Pipa Air Limbah (Lanjutan 2).....	69
Tabel 5. 5 Dimensi Pipa Air Limbah (Lanjutan 3).....	72
Tabel 5. 6 Penanaman Pipa Air Limbah.....	77
Tabel 5. 7 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	85
Tabel 5. 8 Nilai Kesetaraan 1 m ³ Biogas Dengan Energi Lainnya	94
Tabel 6. 1 HSPK untuk Teknologi Sanitasi Individu	100
Tabel 6. 2 HSPK untuk Teknologi Sanitasi Komunal	104
Tabel 6. 3 BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1 dengan Kloset..	112
Tabel 6. 4 BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1 Tanpa Kloset ...	112
Tabel 6. 5 BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1 dengan Kloset..	113
Tabel 6. 6 BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1 Tanpa Kloset ...	114
Tabel 6. 7 BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI dengan Kloset.....	115

Tabel 6. 8 BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI Tanpa Kloset	117
Tabel 6. 9 Jumlah Pipa SPAL	118
Tabel 6. 10 BOQ Galian dan Urugan Pipa	121
Tabel 6. 11 BOQ Bongkaran Paving	125
Tabel 6. 12 RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah	128
Tabel 6. 13 BOQ dan RAB Bak Kontrol	129
Tabel 6. 14 BOQ dan RAB Manhole	130
Tabel 6. 15 BOQ dan RAB Sumur Pengumpul	131
Tabel 6. 16 BOQ dan RAB <i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	132
Tabel 6. 17 Rekapitulasi Biaya Teknologi Sanitasi Individu	134
Tabel 6. 18 Rekapitulasi Biaya Teknologi Sanitasi Komunal	134
Tabel 7. 1 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Setiap Bulan	139
Tabel 8. 1 Biaya Upaya Bebas BABS di Kelurahan Tegalsari dan Wonorejo	142

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tangga Perubahan Perilaku.....	7
Gambar 2. 2 Tangki Septik Konvensional	9
Gambar 2. 3 Anaerobic Baffled Reactor	10
Gambar 2. 4 Grafik Faktor Puncak Untuk Aliran Air Limbah.....	17
Gambar 2. 5 Grafik Infiltrasi.....	18
Gambar 3. 1 Kerangka Perencanaan.....	26
Gambar 4. 1 Kondisi Sanitasi Eksisting	35
Gambar 5. 1 Tingkat Pendidikan Responden	38
Gambar 5. 2 Pekerjaan Utama Responden	38
Gambar 5. 3 Pengeluaran Responden Perbulan	39
Gambar 5. 4 Pengetahuan Sanitasi Responden.....	40
Gambar 5. 5 Pengetahuan Dampak BABS Responden	40
Gambar 5. 6 Kepemilikan Jamban Responden.....	41
Gambar 5. 7 Tujuan Akhir Pembuangan Limbah	42
Gambar 5. 8 Pilihan Teknologi Sanitasi Responden.....	43
Gambar 5. 9 Kemampuan Membangun Jamban	44
Gambar 5. 10 Sumber Air Bersih Responden yang Memilih IPAL	45
Gambar 5. 11 Sumber Air Bersih Responden yang Memilih Jamban	45
Gambar 5. 12 Ketersediaan Lahan untuk MembangunTangki Septik.....	46
Gambar 5. 13 Kondisi Daerah terhadap Banjir	47
Gambar 5. 14 Ketinggian Maksimum Air Saat Banjir	47
Gambar 5. 15 Grafik <i>Hydraulic Elements for Circular Sewer</i>	62
Gambar 5. 16 Ilustrasi Juring	64
Gambar 5. 17 Removal COD pada Tangki Pengendap.....	86
Gambar 5. 18 Hubungan antara Efisiensi Removal COD dengan Efisiensi Removal BOD	87
Gambar 5. 19 Penurunan Volume Lumpur selama Masa Penyimpanan.....	88

Gambar 5. 20 Hubungan antara Beban Organik dengan Faktor Penyisihan	90
Gambar 5. 21 Hubungan antara Karakteristik Limbah dengan Faktor Penyisihan	91
Gambar 5. 22 Hubungan antara Suhu dengan Faktor Penyisihan	91
Gambar 5. 23 Hubungan antara HRT dengan Faktor Penyisihan	92
Gambar 5. 24 Mass Balance di <i>Anaerobic Baffle Reactor</i>	97
Gambar 6. 2 Tipikal Galian Pipa.....	119
Gambar 6. 3 Ilustrasi Penanaman Pipa.....	119
Gambar 7. 1 Struktur Organisasi Pengelola O&P	137

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya dengan penduduk berjumlah 3.173.986 jiwa pada tahun 2013 masih memiliki kondisi sanitasi yang belum baik. Secara umum Kota Surabaya menerapkan konsep pengelolaan air limbah sistem *on-site*, yaitu menggunakan jamban keluarga ataupun MCK (mandi, cuci, kakus) yang kemudian diolah dengan sistem cubluk atau tangki septik. Air limbah domestik yang diolah dalam tangki septik atau cubluk biasanya hanya *blackwater* saja. Sementara *greywater* akan dibuang masyarakat ke saluran drainase terdekat. Pada tahun 2013, sebanyak 88,16% rumah tangga di Kota Surabaya menggunakan tempat buang air besar milik pribadi, sebanyak 5,31% rumah tangga menggunakan tempat buang air besar bersama, sebanyak 3,54% rumah tangga menggunakan tempat buang air besar umum, dan sisanya sebanyak 2,99% masih belum memiliki fasilitas tempat buang air besar. Pada tahun 2012 jumlah rumah tangga yang terdata tidak memiliki tangki septik adalah 9.129 rumah tangga. Pada tahun 2013 jumlah rumah tangga yang terdata menggunakan fasilitas buang air besar yang tidak sehat sebesar 8.643 rumah tangga (Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2013).

Kecamatan Tegalsari menduduki peringkat ketiga dalam tidak tersedianya fasilitas tempat buang air besar, yaitu sebanyak 1.530 rumah tangga. Rumah tangga di Kecamatan Tegalsari yang memiliki fasilitas tempat buang air besar tidak sehat adalah sebanyak 390 KK. Adanya fasilitas buang air besar yang sehat adalah salah satu indikator rumah sehat. Presentase jumlah rumah sehat di Puskesmas Dr. Soetomo Kecamatan Tegalsari sebesar 69,98% dan di Puskesmas Kedungdoro Kecamatan Tegalsari sebesar 73,28% (Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2013). Berdasarkan penelitian Purwaningsih (2009), terdapat pengaruh kondisi sanitasi dan air bersih terhadap penderita diare di wilayah Jawa Timur. Pada tahun 2013, tercatat sebanyak 751 kasus penyakit infeksi pada usus dan sebanyak 200 kasus penyakit lain pada sistem pencernaan terjadi di

Puskesmas Dr. Soetomo Kecamatan Tegalsari (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014).

Kondisi sanitasi Kota Surabaya belum sesuai dengan salah satu target Pemerintah Indonesia yang dimuat dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2015-2019 terkait dengan sanitasi, khususnya air limbah. Target diakhir RPJMN 2015-2019 adalah tersedianya *universal access* atau cakupan akses sebesar 100% untuk air minum dan juga sanitasi sebagai upaya pengamanan air minum. Indikator 100% yang dimaksud dalam sektor sanitasi adalah tersedianya sistem air limbah setempat sebesar 85% dan sistem air limbah skala komunitas/kawasan/kota sebesar 15% (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2014).

Menurut Djonoputro dkk. (2009), secara umum beberapa teknologi dasar sanitasi yang biasa diterapkan di Indonesia adalah teknologi tangki septik dengan sistem resapan dan *anaerobic baffled reactor* (ABR). ABR mempunyai potensi sebagai pilihan utama pengolahan awal sanitasi didalam masyarakat berpendapatan rendah. ABR dapat menghilangkan *chemical oxygen demand* (COD) dan *total suspended solids* (TSS) antara sebesar 58% hingga 72% (Foxon *et al.*, 2004). Menurut Brikké dan Bredero (2003), faktor yang mempengaruhi penentuan teknologi sanitasi adalah faktor teknis, lingkungan, institusional, dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dibutuhkan penelitian dan perencanaan lebih lanjut untuk menentukan teknologi sanitasi yang sesuai sebagai upaya bebas buang air besar sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar dalam tugas akhir ini adalah:

1. Teknologi sanitasi apa yang tepat diterapkan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya?
2. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk menerapkan teknologi sanitasi sebagai upaya bebas buang air besar sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merencanakan teknologi sanitasi yang tepat diterapkan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya.
2. Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk menerapkan teknologi sanitasi sebagai upaya bebas buang air besar sembarangan di Kecamatan Tegalsari Kota Surabaya.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Menjadi bahan masukan dalam penentuan teknologi sanitasi yang tepat sebagai upaya bebas buang air besar sembarangan di Kota Surabaya.
2. Menjadi bahan masukan kepada Pemerintah Kota Surabaya mengenai biaya untuk mewujudkan Kecamatan Tegalsari bebas buang air besar sembarangan.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Daerah Studi adalah Kecamatan Tegalsari, Surabaya, khususnya di RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo, RW 6 Kelurahan Wonorejo, dan RW 7 Kelurahan Tegalsari.
2. Sanitasi yang difokuskan adalah perilaku Bebas Buang Air Besar Sembarangan.
3. Mengidentifikasi permasalahan yang ada di Kecamatan Tegalsari dapat dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara dengan aparat pemerintahan atau tokoh masyarakat, dan pengisian kuesioner oleh masyarakat.
4. Terdapat tiga alternatif teknologi sanitasi, yaitu jamban keluarga, jamban berama atau MCK, dan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal, berupa ABR.
5. Pemilihan teknologi sanitasi berdasarkan kebutuhan masyarakat dengan mengacu pada SNI, buku, jurnal, dan/atau pedoman/petunjuk teknis.
6. Aspek yang dianalisis pada perencanaan ini adalah aspek teknis dan aspek biaya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sanitasi dan Air Limbah Domestik

2.1.1 Pengertian Sanitasi

Menurut Widyati dan Yuliansih (2002), sanitasi adalah suatu usaha pencegahan penyakit yang menitikberatkan pada usaha kesehatan lingkungan hidup manusia. Sanitasi adalah bagian dari ilmu kesehatan lingkungan yang meliputi cara dan usaha individu atau masyarakat untuk mengontrol dan mengendalikan lingkungan hidup eksternal yang berbahaya bagi kesehatan serta yang dapat mengancam kelangsungan hidup manusia (Chandra dalam Zafirah, 2012). Sanitasi sering juga disebut dengan sanitasi lingkungan dan kesehatan lingkungan, sebagai suatu usaha pengendalian semua faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia yang diperkirakan dapat menimbulkan hal-hal yang mengganggu perkembangan fisik, kesehatannya ataupun kelangsungan hidupnya (Adisasmito, 2007).

2.1.2 Pengertian Air Limbah Domestik

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Menurut Veenstra (1995), secara prinsip air limbah domestik terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu air limbah yang terdiri dari air buangan tubuh manusia yaitu tinja dan urine (*black water*) dan air limbah yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*grey water*), yang sebagian besar merupakan bahan organik.

2.1.3 Kualitas Air Limbah Domestik

Kualitas air limbah dari masing – masing kegiatan dapat bervariasi, namun rata- rata kualitas air limbah domestik adalah sebagai berikut (Hammer, 1986).

- | | |
|--------------------|---------------------|
| - MLSS = 240 mg/L | - Total N = 35 mg/L |
| - MLVSS = 180 mg/L | - Total P = 10 mg/L |
| - BOD = 200mg/L | |

Sedangkan air limbah domestik jenis *grey water* yang dibuang tanpa diolah, menurut Veenstra (1995), mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- $BOD_5^{20} = 110 - 400 \text{ mg/L}$
- $COD = 150 - 600 \text{ mg/L}$
- $TSS = 350 - 750 \text{ mg/L}$
- Tidak mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dan bahan kimia toksik.

Hasil penelitian di perumahan ITS Sukolilo Surabaya oleh Tangahu dan Warmadewanthi (2001), bahwa rata – rata karakteristik limbah rumah tangga adalah sebagai berikut:

- pH = 6,92
- Suhu = 29 °C
- COD = 290 mg/L
- TSS = 480 mg/L
- $BOD_5 = 195 \text{ mg/L}$

2.2 Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat

Sanitasi Total Berbasis Masyarakat adalah pendekatan untuk merubah perilaku higiene dan sanitasi melalui pemberdayaan masyarakat dengan metode pemucuan. Disebut Sanitasi Total karena target yang ingin dicapai adalah ketika suatu komunitas sudah mencapai kondisi: (1) Tidak buang air besar sembarangan (Stop BABS); (2) Mencuci tangan pakai sabun (CTPS); (3) Mengelola air minum dan makanan yang aman (PAMM RT); (4) Mengelola sampah dengan benar dan (5) Mengelola limbah cair rumah tangga dengan aman. Upaya atau tahapan yang dilakukan untuk mencapai Sanitasi Total dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2013).



Gambar 2. 1 Tangga Perubahan Perilaku

Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2013

2.3 Teknologi Sanitasi

2.3.1 Sanitasi Sistem Setempat (*On-site*)

Sanitasi sistem setempat atau lebih dikenal dengan sistem sanitasi *on-site* merupakan sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada dalam batas tanah yang dimiliki, fasilitas ini merupakan fasilitas sanitasi individu seperti septik tank atau cubluk (Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2013). Sistem sanitasi setempat paling tepat digunakan pada daerah permukiman dengan tingkat kepadatan rendah, yaitu <25 orang/ha. Hal ini dikarenakan konsumsi air relatif rendah dan memungkinkan penyerapan air limbah tanpa mencemari air tanah.

2.3.2 Sanitasi Sistem Terpusat (*Off-site*)

Sanitasi sistem terpusat atau lebih dikenal dengan sistem sanitasi *off-site* merupakan sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada diluar batas tanah atau dipisahkan dengan batas jarak atau tanah yang menggunakan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah secara bersamaan dan

kemudian dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah (Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2013). Daerah permukiman dengan tingkat kepadatan >250 orang/ha sangat cocok menerapkan sistem sanitasi terpusat, karena apabila musim hujan, di daerah tersebut cukup untuk mengalirkan padatan melalui saluran tanpa pemompaan.

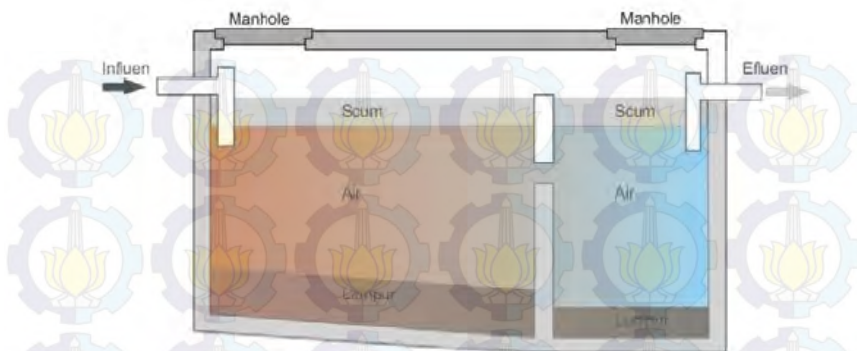
2.4 Pemilihan Opsi Teknologi Pengolahan

2.4.1 Opsi Teknologi Pengolahan yang Tersedia

Menurut Djonoputro dkk. (2009), secara umum beberapa teknologi dasar yang biasa diterapkan di Indonesia adalah teknologi tangki septik dengan sistem resapan dan *anaerobic baffled reactor* (ABR). Dalam penerapannya, opsi teknologi sistem pengolahan air limbah sangat tergantung pada kebutuhan atau kapasitas pengolahan, kondisi lingkungan, ketersediaan ruang, serta kemampuan pengguna atau pengelola dalam mengoperasikan dan memeliharanya.

a. Tangki Septik Konvensional

Fungsi tangki septik konvensional adalah untuk mengolah air limbah domestik dengan memanfaatkan proses biologis melalui pemisahan padatan dari cairan dimana padatan tersebut akan secara anaerobik terdekomposisi, sementara airnya akan dialirkan ke sistem pembuangan (Gambar 2.2). Tangki septik konvensional yang dilengkapi dengan sistem resapan merupakan metode yang paling umum untuk pengolahan air limbah rumah tangga dari perumahan yang tidak tersambung dengan sistem perpipaan air buangan. Tangki septik konvensional merupakan sistem pengolahan air limbah rumah tangga yang paling banyak digunakan untuk sistem individual di Indonesia.

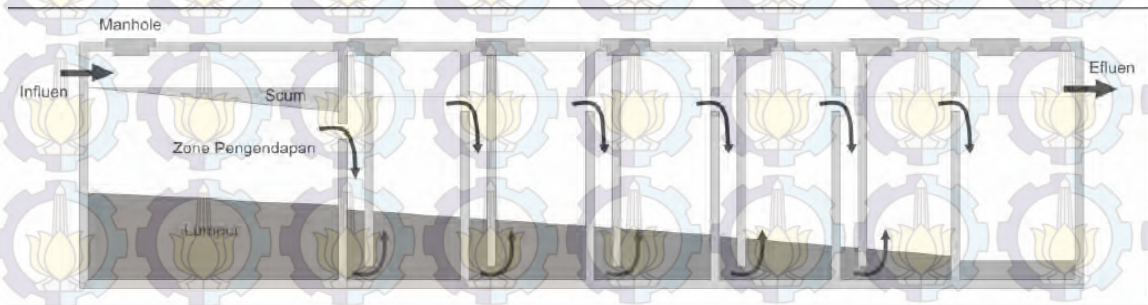


Gambar 2. 2 Tangki Septik Konvensional

Sumber: Djonoputro dkk., 2009

b. Anaerobic Baffled Reactor

Anaerobic baffled reactor (ABR) dapat dikatakan sebagai pengembangan tangki septik konvensional (Gambar 2.3). ABR terdiri dari kompartemen pengendap yang diikuti oleh beberapa reaktor *baffle*. *Baffle* ini digunakan untuk mengarahkan aliran air ke atas (*upflow*) melalui beberapa seri reaktor selimut lumpur (*sludge blanket*). Konfigurasi ini memberikan waktu kontak yang lebih lama antara biomasa anaerobik dengan air limbah sehingga akan meningkatkan kinerja pengolahan. Dari setiap kompartemen tersebut akan dihasilkan gas. Teknologi sanitasi ini dirancang menggunakan beberapa *baffle* vertikal yang akan memaksa air limbah mengalir keatas melalui media lumpur aktif. Pada ABR ini terdapat tiga zona operasional: asidifikasi, fermentasi, dan buffer. Zone asidifikasi terjadi pada kompartemen pertama dimana nilai pH akan menurun karena terbentuknya asam lemak.



Gambar 2. 3 Anaerobic Baffled Reactor

Sumber: Djonoputro dkk., 2009

2.4.2 Perbandingan Alternatif Teknologi Pengolahan di Daerah Spesifik

Teknologi pengolahan yang ada memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan Opsi Teknologi Pengolahan

Sistem Pengolahan	Aplikasi	Pemeliharaan	Kelebihan	Kekurangan	Kesesuaian di Daerah Sulit
Tangki Septik	• Cocok untuk jamban pribadi ataupun jamban bersama	• Pengurasan harus berkala 2-3 tahun	• Dapat menggunakan material lokal	• Efisiensi pengolahan (reduksi BOD) rendah 50-	Rumah di darat

Sistem Pengolahan	Aplikasi	Pemeliharaan	Kelebihan	Kekurangan	Kesesuaian di Daerah Sulit
	<ul style="list-style-type: none"> Hanya mengolah <i>black water</i> saja, kecuali telah dilakukan pengolahan pendahuluan pada <i>grey water</i>. Untuk kondisi muka air $\geq 2\text{m}$, jumlah jiwa 10 s/d 50 jiwa digunakan bidang resapan Untuk kondisi muka air $\geq 2\text{m}$, jumlah jiwa ≤ 10 jiwa digunakan sumur resapan Tidak boleh di daerah MAT 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak boleh ada bahan kimia berbahaya masuk ke dalam septik Lumpur hasil pengurusan harus dibuang ke instalasi pengolahan lumpur tinja 	<ul style="list-style-type: none"> Umur pelayanan panjang Bebas masalah lalat dan bau apabila dirancang dengan benar Biaya investasi relatif rendah, biaya O&M tergantung harga satuan air dan pengurusan Keperluan lahan tanah kecil 	<ul style="list-style-type: none"> 60% Tidak boleh terkena banjir Efluen dan lumpur tinja masih perlu pengolahan lanjutan Memerlukan sumber air yang konstan 	

Sistem Pengolahan	Aplikasi	Pemeliharaan	Kelebihan	Kekurangan	Kesesuaian di Daerah Sulit
<i>Anaerobic Baffled Reactor (Abr)</i>	tinggi • Tidak boleh diterapkan di daerah padat • Harus memiliki akses pengurusan • Jarak sistem resapan ke sumber air bersih 10 m		• Tidak perlu energi listrik		
	• Cocok untuk lingkungan kecil	• Pengendalian lumpur harus dilakukan di setiap kompartemen untuk mencegah busa/lapisan kotoran (<i>scum</i>) terlalu tebal • Lumpur harus dikuras setiap 2-3 tahun	• Tahan terhadap fluktuasi beban hidrolis dan zat organik • Dapat mengolah <i>black water</i> dan <i>grey water</i>	• Memerlukan sumber air yang konstan • Efluen perlu pengolahan lanjutan sebelum dibuang, lumpur	• Rumah panggung • Rumah di darat

Sistem Pengolahan

Aplikasi

Pemeliharaan

Kelebihan

Kekurangan

Kesesuaian di Daerah Sulit

- ABR terpusat sangat cocok jika teknologi penyedotan dan pengangkutan sudah ada
- Tidak boleh diterapkan di daerah MAT tinggi
- Harus memiliki akses pengurasan

- Lumpur hasil pengurasan harus dibuang ke instalasi pengolahan lumpur tinja

- Dapat menggunakan material lokal

- Umur pelayanan panjang

- Efisiensi pengolahan zat organik tinggi
- Biaya investasi serta O&M moderat

perlu pengolahan lanjutan

- Penurunan zat patogen rendah

Sumber: Djonoputro dkk., 2009

2.4.3 Aspek Pengkajian Opsi Sanitasi

Menurut Djonoputro dkk. (2009), pemilihan opsi sanitasi didasarkan pada kajian terhadap aspek teknis maupun non teknis. Aspek teknis meliputi:

1. Biaya investasi
2. Kemudahan dalam pembangunan
3. Kesesuaian desain terhadap lingkungan
4. Kinerja pengolahan
5. Daya tahan struktur
6. Kemungkinan untuk direplikasi
7. Akses untuk pengurusan tinja
8. Kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan
9. Ketersediaan suku cadang

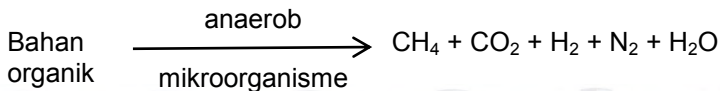
Aspek non-teknis yang dikaji dalam studi ini meliputi:

1. Penerimaan masyarakat terhadap pilihan sanitasi yang ada
2. Keberadaan sistem pengelolaan
3. Biaya pengoperasian dan pemeliharaan
4. Peran pemerintah daerah dalam menyediakan layanan penyedotan tinja
5. Keterlibatan pemerintah daerah dalam memantau sistem sanitasi yang telah dibangun

2.5 Pengolahan Anaerobik untuk Air Limbah

Menurut Qasim (1985), pengolahan air limbah secara anaerobik memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan bahan organik yang ada dalam air limbah sebagai bahan makanan dalam kondisi tanpa keberadaan oksigen. Pengolahan anaerobik merupakan solusi yang tepat untuk mengolah air limbah dengan konsentrasi bahan organik yang tinggi (Metcalf dan Eddy, 2003).

Penguraian senyawa organik seperti karbohidrat, lemak, dan protein yang terdapat dalam air limbah dengan proses anaerobik akan menghasilkan biogas yang mengandung metana (50%-70%), CO₂ (25%-45%), dan sejumlah kecil nitrogen, hidrogen, dan hidrogen sulfida. Reaksi sederhana penguraian senyawa organik secara anaerob:



Penguraian bahan organik dengan proses anaerobik secara umum dapat disederhanakan menjadi 2 tahap, yaitu tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metana. Langkah pertama dari tahap pembentukan asam adalah hidrolisa senyawa organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi dari berat molekul besar (polimer) menjadi senyawa organik sederhana (monomer) yang dilakukan oleh enzim-enzim ekstraseluler. Pembentukan asam dari senyawa-senyawa organik sederhana (monomer) dilakukan oleh bakteri-bakteri penghasil asam yang terdiri dari sub divisi *acids forming bacteria* dan *acetogenic bacteria*. Pembentukan metana dilakukan oleh bakteri penghasil metana yang terdiri dari sub divisi *acetoclastic methane bacteria* dan bakteri metana (Manurung, 2004). Mosey (1983) menggunakan glukosa sebagai sampel untuk menjelaskan peranan keempat kelompok bakteri tersebut dalam menguraikan senyawa tersebut menjadi gas metana dan karbon dioksida sebagai berikut,

1. *Acid forming bacteria* menguraikan senyawa glukosa menjadi:

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$$
2. *Acetogenic bacteria* menguraikan asam butirat menjadi:

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}_2$$
3. *Acetoclastic methane bacteria* menguraikan asam asetat menjadi:

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$$
4. *Methane bacteria* mensintesa hidrogen dan karbondioksida menjadi:

$$2\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

2.6 Sistem Penyaluran Air Limbah

Pengaliran air limbah menurut Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2013) memiliki syarat-syarat yang harus diperhatikan dalam perencanaan jaringan saluran air limbah, antara lain:

- a. Pengaliran secara gravitasi

b. Batasan kecepatan minimum dan maksimum harus diperhatikan. Kecepatan minimum untuk memungkinkan terjadinya proses *self-cleansing*, sehingga bahan padat yang terdapat di dalam saluran tidak mengendap di dasar pipa dan agar tidak mengakibatkan penyumbatan. Sedangkan kecepatan maksimum mencegah pengikisan pipa oleh bahan-bahan padat yang terdapat di dalam saluran.

c. Jarak antara bak kontrol pada perpipaan mengurangi akumulasi gas dan memudahkan pemeliharaan saluran.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam sistem penyaluran air limbah menurut Metcalf dan Eddy (1981), antara lain:

- Konstanta Manning $n = 0.009$ (pipa PVC)
- Kecepatan minimum = 0,3 m/detik
- Kecepatan maksimum = 2,5 – 3,0 m/detik

2.6.1 Debit Air Limbah

2.6.1.1 Debit Rata-Rata Air Limbah (Q_{ave})

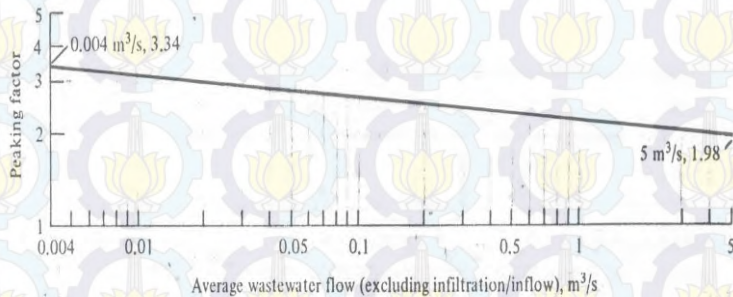
Debit rata-rata air limbah dihasilkan dari jumlah rata-rata air limbah yang dihasilkan selama 24 jam sesuai dengan data debit tahunan (Metcalf dan Eddy, 2003).

$$Q_{ww} = 10^{-3} k q P \quad (2.1)$$

Dimana Q_{ww} adalah debit air limbah, m^3 /hari; q adalah konsumsi air bersih, liter/orang.hari; P adalah populasi yang dilayani dengan sistem penyaluran air limbah; dan k adalah '*return factor*', fraksi air bersih yang dikonsumsi yang berubah menjadi air limbah. Nilai dari k biasanya antara 0.8 – 0.9 (Mara, 2003). Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2011), faktor timbunan air buangan adalah 80% dari konsumsi air bersih pemakai yang besarnya antara 45 – 150 liter/orang.hari. Sedangkan berdasarkan SNI 03-7065-2005, pemakaian air bersih untuk rumah tinggal tiap orang per hari adalah 120 liter.

2.6.1.2 Debit Jam Puncak Air Limbah (Q_{peak})

Debit puncak didapat dari hasil perkalian antara faktor puncak (f_p) dengan debit rata-rata. Menurut Metcalf dan Eddy (1981), penentuan faktor puncak dapat dilakukan dengan melalui grafik debit air limbah rata-rata (tanpa infiltrasi dan inflow) dengan faktor puncak seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Grafik Faktor Puncak Untuk Aliran Air Limbah
Sumber: Metcalf & Eddy, 1981

2.6.1.3 Debit Maksimum Air Limbah (Q_{max})

Debit hari maksimum (Q_{max}), berguna untuk merencanakan ukuran bak ekualisasi, sistem pemompaan lumpur, serta tangki klorinasi (Metcalf dan Eddy, 2003). Debit hari maksimum didapat dari hasil perkalian antara faktor hari maksimum (f_{md}) dengan debit rata-rata. Faktor hari maksimum menurut Crites dan Tchobanoglous (1998), memiliki tipikal sebesar 2,5.

2.6.1.4 Debit Minimum Air Limbah (Q_{min})

Debit minimum air limbah (Q_{min}) didapatkan dengan mengalikan debit harian rata-rata dengan faktor hari minimum. Menurut Metcalf dan Eddy (2003), Q_{min} berguna untuk menentukan dimensi pipa untuk menghindari terjadinya

pengendapan dalam pipa. Penentuan Q_{min} menurut Qasim (1985) adalah diformulasikan sebagai berikut,

$$Q_{min}/Q_{ave} = 0,2/P^{1/6} \quad (2.2)$$

Dimana, P adalah jumlah penduduk.

2.6.1.5 Infiltrasi

Infiltrasi adalah masuknya air tanah atau air hujan ke dalam jalur perpipaan melalui sambungan pipa yang kurang sempurna, celah-celah yang terdapat pada permukaan saluran (*manhole*), dan bangunan pelengkap saluran lainnya. Berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum (2011), besarnya $Q_{infiltrasi}$ adalah sebesar 10% dari Q_{ave} . Metcalf dan Eddy (1981) menentukan debit infiltrasi melalui grafik antara luas area yang dilayani (ha) dan laju puncak infiltrasi ($m^3/ha \cdot d$) seperti pada Gambar 2.5.

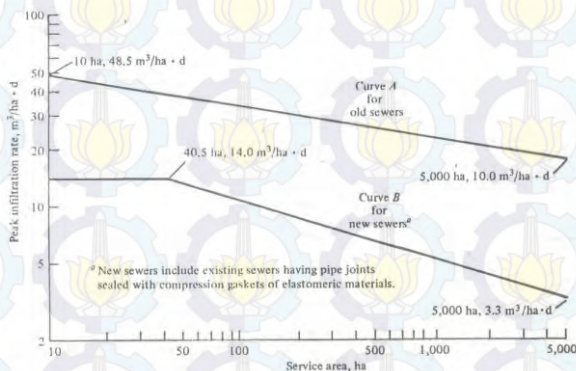


Figure 3-5 Peak infiltration allowances. Note: $ha \times 2.4711 = acre$; $m^3/ha \cdot d \times 106.9 = gal/acre \cdot d$.

Gambar 2. 5 Grafik Infiltrasi
Sumber: Metcalf & Eddy, 1981

2.6.2 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan pada pengaliran air limbah komunal berfungsi untuk membawa air limbah dari beberapa rumah ketempat pengolahan air limbah agar tidak terjadi pencemaran

pada lingkungan sekitarnya (Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, 2013). Perpipaan sistem penyaluran air limbah menurut fungsinya dibedakan atas:

- a. Pipa persil, yaitu pipa saluran yang umumnya terletak di dalam pekarangan rumah dan langsung menerima air buangan dari dapur atau kamar mandi/wc.
Dimensi pipa = 3" – 4"
Kemiringan = 1% – 2%
- b. Pipa servis yaitu pipa saluran yang menampung air buangan dari pipa-pipa persil dan terletak di jalan di depan rumah.
Dimensi pipa = 4" – 6"
Kemiringan = 1% – 2%
- c. Pipa lateral, yaitu pipa saluran yang menerima air buangan dari pipa-pipa servis.
Dimensi pipa = 4" – 6"
Kemiringan = 1% – 2%
- d. Pipa induk pipa air buangan yang menerima air buangan dari pipa lateral. Pipa ini langsung terhubung ke instalasi pengolahan air limbah.
Dimensi pipa = 6" – 8"
Kemiringan = 0.4% – 1%

2.6.3 Bahan Perpipaan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2013), pipa yang biasa dipakai untuk penyaluran air limbah komunal adalah:

- a. Pipa SNI khusus air limbah, dalam kondisi khusus dapat digunakan pipa kelas AW. Pipa kelas D hanya boleh digunakan untuk pipa persil.
- b. PE (*polyethylene*) untuk daerah rawa atau persilangan di bawah air.
- c. Pipa galvanis untuk kondisi tertentu atas rekomendasi DPIU.

2.7 Metode Pengumpulan Data

2.7.1 Metode Sampling

Penggunaan metode sampling bertujuan untuk membuat penarikan sampel lebih efisien. Metode sampling mencoba untuk

mengembangkan metode pemilihan sampel dan metode perkiraan dengan biaya yang sekecil mungkin dan perkiraan yang cukup teliti untuk tujuan tertentu (Cochran, 1977). Beberapa metode sampling yang biasa digunakan diantaranya adalah:

1. Sampling acak sederhana (*Simple Random Sampling*), yaitu memilih n unit dari N anggota populasi sehingga setiap elemen dari C_n^N sampel yang berbeda mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih.
2. Sampel stratifikasi (*Stratified Sampling*), yaitu membagi N anggota populasi menjadi L strata (subpopulasi), masing-masing N_1, N_2, \dots, N_L unit, dimana $N_1 + N_2 + N_L = N$. Kemudian sebuah sampel diambil secara bebas dari tiap strata sebanyak n_1, n_2, \dots, n_L .
3. Sampel berkelompok (*Cluster Sampling*), yaitu membagi populasi menjadi beberapa kelompok, kemudian memilih kelompok yang menjadi sampel, selanjutnya elemen-elemen dalam kelompok yang terpilih diteliti.
4. Sampling berkelompok stratifikasi (*Stratified Cluster Sampling*), yaitu membagi populasi menjadi N kelompok. Setiap kelompok dipilih untuk dibagi menjadi L strata. Dari tiap strata diambil sampel sebanyak n_h kelompok, selanjutnya diambil d_h elemen dari n_h kelompok.

Menurut Dajan (1986), metode pengumpulan data dapat bermacam-macam. Praktik pengumpulan data yang paling lazim adalah dengan menggunakan wawancara secara langsung atau kuesioner yang dikirim ke alamat responden. Pengumpulan data untuk penelitian dapat saja bersifat data sensus atau sampel. Dalam hal tersebut, beberapa hal perlu memperoleh perhatian khusus, antara lain:

1. Merencanakan pertanyaan serta membuat daftar lampiran
Secara teoritis, bentuk pertanyaan maupun daftar lampiran yang efisien bagi pengumpulan data harus memiliki lima ciri di bawah ini.
 - a. Pertanyaan maupun daftar lampiran pertanyaan harus jelas
 - b. Pertanyaan yang bersifat sensitif harus dihindari
 - c. Jawaban yang diperoleh harus obyektif dan dapat disusun secara berlajur-laju

- d. Instruksi bagi pewawancara maupun perumusan istilah harus singkat dan jelas
- e. Susunan pertanyaan harus direncanakan secara cermat

2. Memilih jenis sampel

Penentuan ukuran sampel dalam pengumpulan data menggunakan *stratified random sampling* dengan rumus sebagai berikut (Mendenhall, 1986).

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D + pq} \quad (2.3)$$

Dimana, $q = 1 - p$ dan $D = \frac{B^2}{4}$

Keterangan:

n = Jumlah sampel (KK)

N = Jumlah populasi (KK)

p = rasio dari unsur dalam sampel yang memiliki sifat yang diinginkan (0,5)

B = tingkat kesalahan tiap sampel (10%)

Penentuan ukuran sampel dari tiap strata menggunakan rumus

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (2.4)$$

Keterangan:

n_i = Jumlah sampel tiap strata (KK)

N_i = Jumlah populasi tiap strata (KK)

2.7.2 Metode Wawancara

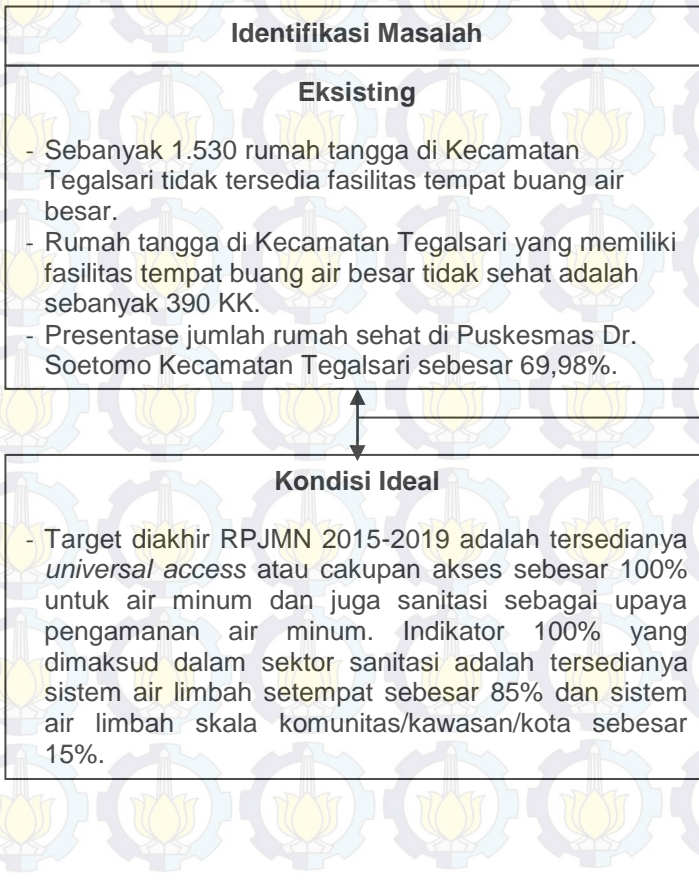
Wawancara merupakan alat *rechecking* atau pembuktian terhadap informasi atau keterangan yang diperoleh sebelumnya. Teknik wawancara yang digunakan dalam penelitian kualitatif adalah wawancara mendalam. Wawancara mendalam (*in depth interview*) adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dengan informan atau orang yang diwawancarai, dengan atau tanpa menggunakan pedoman (*guide*) wawancara, dimana pewawancara dan informan terlibat dalam kehidupan sosial yang relatif lama (Sutopo, 2006).

BAB 3

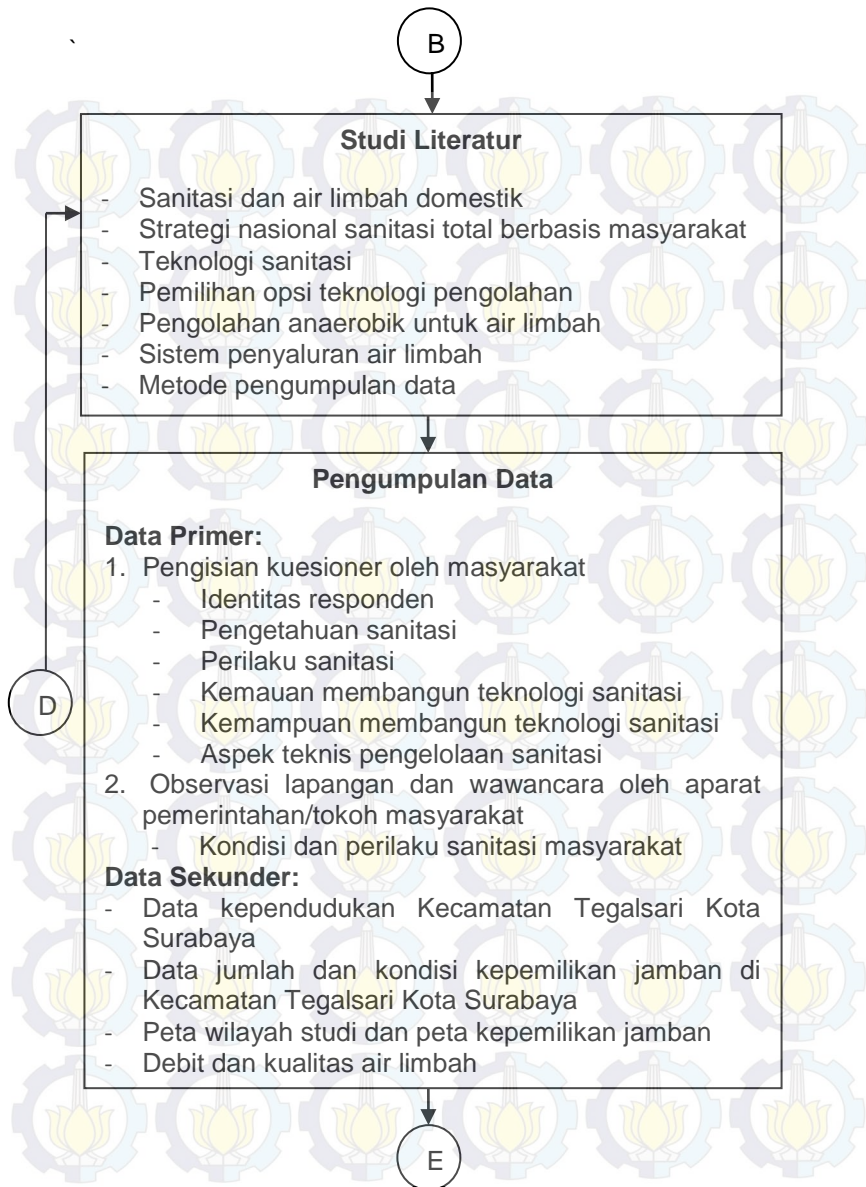
METODE PERENCANAAN

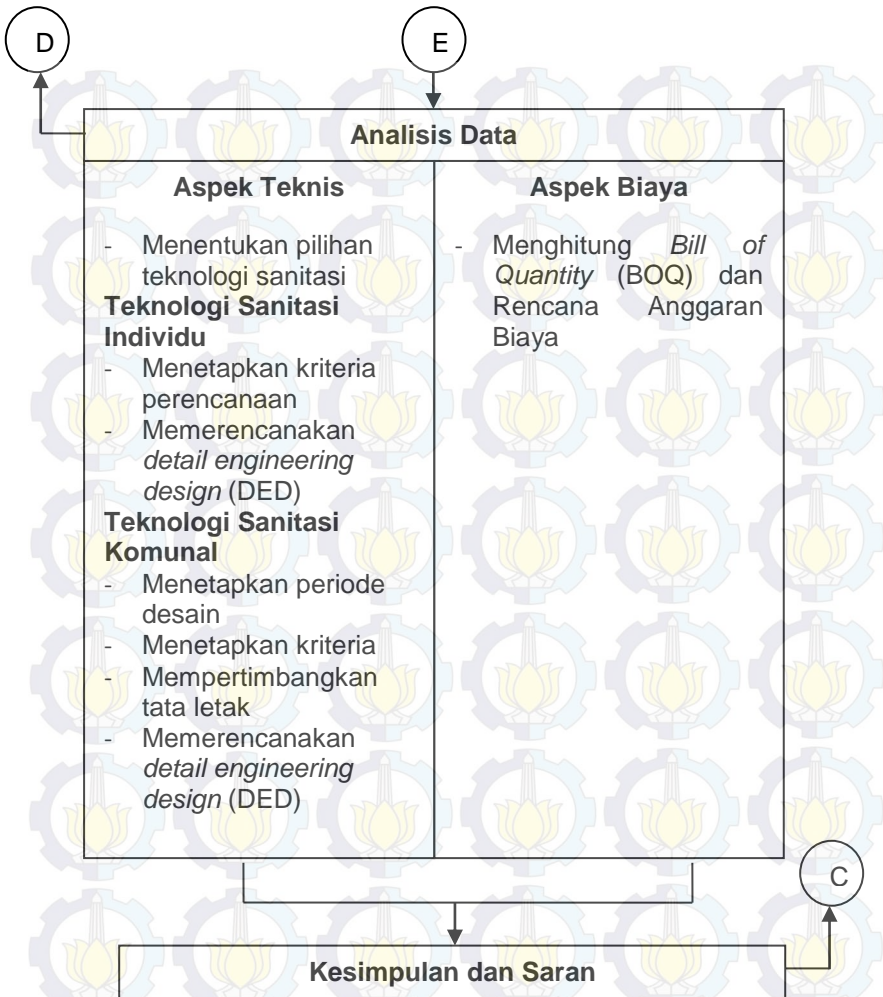
3.1 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan merupakan dasar pemikiran yang digunakan untuk melaksanakan perencanaan tahap demi tahap. Kerangka perencanaan tugas akhir ini secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 3.1.









Gambar 3. 1 Kerangka Perencanaan

3.2 Tahapan Perencanaan

Berdasarkan kerangka perencanaan, dapat dijelaskan tahapan perencanaan sebagai berikut:

1. Ide Studi

Ide studi pada tugas akhir ini diambil dari kesenjangan yang ada di kondisi eksisting daerah yang diteliti dengan kondisi ideal yang pemerintah harapkan. Sebanyak 1.530 rumah tangga di Kecamatan Tegalsari tidak tersedia fasilitas tempat buang air besar. Rumah tangga di Kecamatan Tegalsari yang memiliki fasilitas tempat buang air besar tidak sehat adalah sebanyak 390 KK. Presentase jumlah rumah sehat di Puskesmas Dr. Soetomo Kecamatan Tegalsari sebesar 69,98%. Sedangkan target diakhir RPJMN 2015-2019 adalah tersedianya *universal access* atau cakupan akses sebesar 100% untuk air minum dan juga sanitasi sebagai upaya pengamanan air minum. Indikator 100% yang dimaksud dalam sektor sanitasi adalah tersedianya sistem air limbah setempat sebesar 85% dan sistem air limbah skala komunitas/kawasan/kota sebesar 15%.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung perencanaan tugas akhir. Studi literatur dapat berasal dari jurnal, penelitian terdahulu, tugas akhir terdahulu, *text book*, artikel ilmiah, dan peraturan pemerintah. Cakupan studi literatur yang dilakukan pada tugas akhir ini, antara lain:

- Sanitasi dan air limbah domestik
- Strategi nasional sanitasi total berbasis masyarakat
- Teknologi sanitasi
- Pemilihan opsi teknologi pengolahan
- Pengolahan anaerobik untuk air limbah
- Sistem penyaluran air limbah
- Metode pengumpulan data

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang diperlukan antara lain data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data primer yang diperlukan pada perencanaan teknologi sanitasi adalah dilakukan dengan cara observasi lapangan, wawancara, dan kuisioner.

- Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara *in depth interview* atau wawancara mendalam untuk mengidentifikasi permasalahan secara lebih terbuka, dengan meminta ide dan pendapat responden. Wawancara dilakukan dengan metode wawancara tidak terstruktur. Metode sampling dalam wawancara dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu terhadap aparat pemerintahan dan tokoh masyarakat. Wawancara dilakukan terhadap aparat pemerintahan yang berpengaruh terhadap penentuan kebijakan daerah, yaitu Dinas Kesehatan dan Badan Lingkungan Hidup. Wawancara juga dilakukan terhadap tokoh masyarakat yang dianggap mengetahui karakteristik dan permasalahan masyarakat khususnya terkait sanitasi dan buang air besar sembarangan (BABS), yaitu Ketua RT, Ketua RW, Sanitarian, Kepala Kelurahan, dan Kepala Kecamatan.

- Kuesioner

Kuesioner berisi pertanyaan yang sesuai dengan aspek yang akan direncanakan dan dilakukan terhadap sampel penelitian yang telah ditentukan jumlah dan metode pengambilannya. Pertanyaan dalam kuesioner bersifat tertutup dan terbuka. Teknik pengambilan sampel kuesioner yang digunakan adalah metode *stratified random sampling*. Perhitungan besaran sampel kuesioner menggunakan satuan rumah tangga atau KK yang diwakili oleh individu. Besarnya sampel dihitung dengan menggunakan Rumus 2.1. Perhitungan sampel di wilayah perencanaan dilakukan pada populasi (N) sebanyak 16.170 KK. Tingkat kesalahan tiap sampel (B) sebesar 10% dan rasio dari unsur dalam sampel yang memiliki sifat yang diinginkan (p) sebesar 0,5, sehingga sampel

diperoleh sebanyak 100 responden. Kuesioner dilakukan di tiga kelurahan dengan jumlah sampel masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 3.1. Jumlah sampel masing-masing kelurahan dihitung berdasarkan Rumus 2.2. Kuesioner terdiri dari 6 variabel pertanyaan. Masing-masing variabel berisi indikator pertanyaan seperti pada Tabel 3.2. Pertanyaan kuesioner lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 3. 1 Penentuan Jumlah Sampel

No.	Kelurahan	Jumlah Populasi (KK)	Jumlah Sampel (KK)
1.	Dr. Soetomo	4.349	27
2.	Tegalsari	5.163	32
3.	Wonorejo	6.658	41
	Jumlah	16.170	100

Tabel 3. 2 Variabel dan Indikator Kuesioner

No.	Variabel	Indikator
1.	Identitas responden	Jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, dan pengeluaran
2.	Pengetahuan sanitasi	Pemahaman sanitasi, pengetahuan BABS dan dampaknya
3.	Perilaku sanitasi	Kepemilikan jamban, tempat BAB, dan saluran pembuangan limbah
4.	Kemauan membangun teknologi sanitasi	Pemilihan teknologi sanitasi dan alasan pemilihan teknologi
5.	Kemampuan membangun teknologi sanitasi	Kemampuan keuangan untuk membangun teknologi sanitasi
6.	Aspek teknis pembangunan teknologi sanitasi	Sumber air bersih, ketersediaan lahan, kondisi daerah terhadap banjir, ketinggian banjir

- Observasi
Observasi dilakukan dengan melihat langsung kondisi yang ada di lapangan, berupa kondisi dan perilaku sanitasi masyarakat. Beberapa hal yang diobservasi diantaranya adalah kondisi jamban

masyarakat, kondisi sungai atau saluran tempat BABS, gambaran kasar perekonomian masyarakat, dan penggunaan lahan. Hasil observasi didokumentasikan dalam bentuk gambar sebagai pendukung gambaran kondisi wilayah perencanaan.

b. Data sekunder

Metode pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data terkait bebas BABS, sanitasi total berbasis masyarakat (STBM), debit air limbah, dan kualitas air limbah. Pengumpulan data sekunder dilakukan berdasarkan literatur serta pada instansi terkait, antara lain Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota (BAPPEKO), Dinas Kesehatan, Puskesmas, dan Badan Pusat Statistik. Rincian kebutuhan data sekunder dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Rincian Kebutuhan Data Sekunder

Instansi/Dinas	Data/Dokumen	Kegunaan
BAPPEKO	Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)	Mengetahui rencana pengembangan bidang sanitasi (peta wilayah)
	Rencana Detail Tata Ruang Kecamatan (RDTRK)	Mengetahui kondisi dan potensi daerah perencanaan dan rencana pengembangan sanitasi (peta wilayah)
	Profil STBM	Mengetahui kondisi eksisting dan capaian STBM
Dinas Kesehatan	Rencana Strategis (Renstra) STBM	Mengetahui strategi STBM
Badan Pusat Statistik	Kota dalam Angka	Jumlah penduduk, kepadatan wilayah, dan kondisi wilayah
Puskesmas	Profil sanitasi	Mengetahui kondisi eksisting sanitasi di Kecamatan Tegalsari

4. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan data primer dan data sekunder yang diharapkan. Analisis data ini lebih dimaksudkan untuk merencanakan upaya untuk

bebas buang air besar sembarangan berdasarkan dengan faktor-faktor dari masyarakat melalui pilihan teknologi sanitasi yang dapat dipilih masyarakat guna membantu mempercepat target bebas buang air.besar sembarangan. Analisis data dilakukan analisis aspek teknis dan aspek biaya.

a. Aspek teknis

Aspek teknis direncanakan terdapat tiga alternatif teknologi sanitasi, yaitu teknologi individual berupa jamban dan teknologi komunal berupa MCK dan IPAL komunal yaitu *anaeroic baffle reactor* (ABR). Setelah pilihan teknologi ditentukan, untuk teknologi individual menetapkan kriteria perencanaan dan merencanakan *detail engineering design* (DED). Jika teknologi sanitasi yang dipilih adalah teknologi komunal, maka menetapkan periode desain, menetapkan kriteria perencanaan, mempertimbangkan tata letak, dan merencanakan DED.

b. Aspek biaya

Aspek biaya terdiri dari menghitung *bill of quantity* (BOQ) dan rencana anggaran biaya (RAB) yang disesuaikan dengan harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2015.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran diperoleh berdasarkan hasil perencanaan yang dilakukan, yakni melalui aspek teknis dan aspek biaya.

BAB 4

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

4.1 Wilayah Geografis dan Administrasi

Kecamatan Tegalsari termasuk wilayah geografis Kota Surabaya yang merupakan bagian dari wilayah Surabaya Pusat, dengan ketinggian $\pm 2,5$ meter di atas permukaan laut. Kecamatan Tegalsari memiliki luas wilayah sebesar $4,29 \text{ km}^2$ dan secara administratif terbagi menjadi lima kelurahan, yaitu Kelurahan Keputran, Kelurahan Dr. Soetomo, Kelurahan Tegalsari, Kelurahan Wonorejo, dan Kelurahan Kedungdoro. Presentase terbesar untuk wilayah kelurahan yang ada di Kecamatan Tegalsari adalah Kelurahan Dr. Soetomo yaitu sebesar 32% dan presentase terkecilnya adalah Kelurahan Tegalsari sebesar 12% dari seluruh wilayah Kecamatan Tegalsari. Peta wilayah Kecamatan Tegalsari dapat dilihat pada Lampiran. Wilayah Kecamatan Tegalsari dibatasi oleh:

Sebelah utara : Kecamatan Genteng
Sebelah timur : Kecamatan Gubeng
Sebelah selatan: Kecamatan Wonokromo
Sebelah barat : Kecamatan Sawahan

4.2 Kependudukan

Kecamatan Tegalsari memiliki jumlah penduduk sebanyak 117.098 jiwa pada tahun 2013, sehingga memiliki kepadatan penduduk sebesar 27.295 jiwa/km^2 . Rincian jumlah penduduk tiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan Kepadatan Penduduk Per Kelurahan Tahun 2013

Kelurahan	Luas Wilayah (km^2)	Jumlah penduduk	Kepadatan Penduduk (jiwa/km^2)
Keputran	0,96	21.011	21,886
Dr. Soetomo	1,38	23.101	16,739
Tegalsari	0,53	21.705	40,952
Wonorejo	0,68	25.901	38,089
Kedungdoro	0,74	25.380	34,297
Jumlah	4,29	117.098	27,295

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014

Pada tahun 2013, tercatat 25.675 keluarga di Kecamatan Tegalsari, sehingga dapat diketahui rata-rata anggota keluarga sebanyak 5 orang. Rincian jumlah keluarga tiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rata-Rata Anggota Keluarga Per Kelurahan Tahun 2013

Kelurahan	Jumlah Keluarga	Jumlah Penduduk	Rata-Rata Anggota Keluarga
Dr. Soetomo	4.349	23.101	5
Tegalsari	5.163	21.705	4
Wonorejo	6.658	25.901	4

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014

Jumlah penduduk yang ada di Kecamatan Tegalsari berdasarkan kelompok umur, paling banyak adalah penduduk yang berumur 26 sampai 40 tahun yaitu dengan jumlah laki-laki dan perempuan sebanyak 22.483 jiwa. Sedangkan penduduk yang paling sedikit adalah penduduk dengan umur yaitu dengan jumlah laki-laki dan perempuan sebanyak 5.157 jiwa. Rincian jumlah penduduk menurut kelompok umur dan jenis kelamin di Kecamatan Tegalsari dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin Per Kecamatan Tahun 2013

Kelompok Umur	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
0-5	7.995	7.805	15.800
6-9	7.814	6.574	14.388
10-16	7.664	7.552	15.216
17	2.425	2.732	5.157
18-25	8.726	9.169	17.895
26-40	11.306	11.177	22.483
41-59	9.113	10.446	19.559
60+	3.199	3.401	6.600
Jumlah	58.242	58.856	117.098

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014

4.3 Kondisi Sanitasi

Kecamatan Tegalsari menduduki peringkat ketiga dalam tidak tersedianya fasilitas tempat buang air besar, yaitu sebesar 1.530 rumah tangga. Rincian jumlah rumah tangga dan fasilitas

tempat buang air besar dapat dilihat pada Tabel 4.4. Rumah tangga di Kecamatan Tegalsari yang memiliki fasilitas tempat buang air besar tidak sehat adalah sebanyak 390 KK. Presentase jumlah rumah sehat di Puskesmas Dr. Soetomo Kecamatan Tegalsari sebesar 69,98% dan di Puskesmas Kedungdoro Kecamatan Tegalsari sebesar 73,28%. Tabel 4.5 menunjukkan jumlah KK yang masih BABS di Kelurahan Tegalsari, Wonorejo, dan Dr. Soetomo. Adanya fasilitas buang air besar yang sehat adalah salah satu indikator rumah sehat. Rata-rata rumah tangga di Kecamatan Tegalsari telah memiliki jamban tetapi tidak menggunakan tangki septik, sehingga air limbah domestik langsung dibuang ke sungai (Gambar 4.1).

Tabel 4. 4 Jumlah Rumah Tangga dan Fasilitas Tempat Buang Air Besar

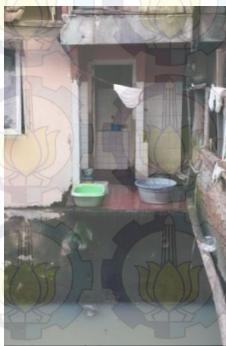
No.	Kecamatan	Tempat Buang Air Besar			
		Sendiri	Bersama	Umum	Tidak Ada
1	Tegalsari	13.543	577	385	1.530

Sumber: Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2013

Tabel 4. 5 Jumlah KK yang BABS

Kelurahan	Jumlah KK BABS
Tegalsari (RW 6 dan 7)	30
Dr. Soetomo (RW 1 dan 2)	20
Wonorejo (RW 5 dan 6)	20

Sumber: Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2014



Gambar 4. 1 Kondisi Sanitasi Eksisting

BAB 5

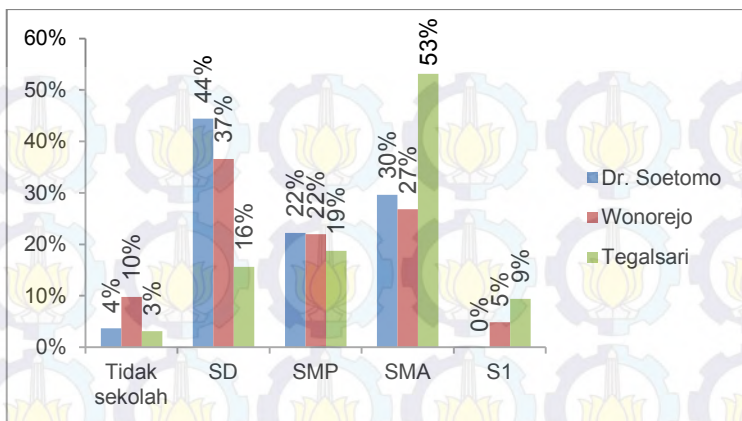
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Kuesioner dan Wawancara

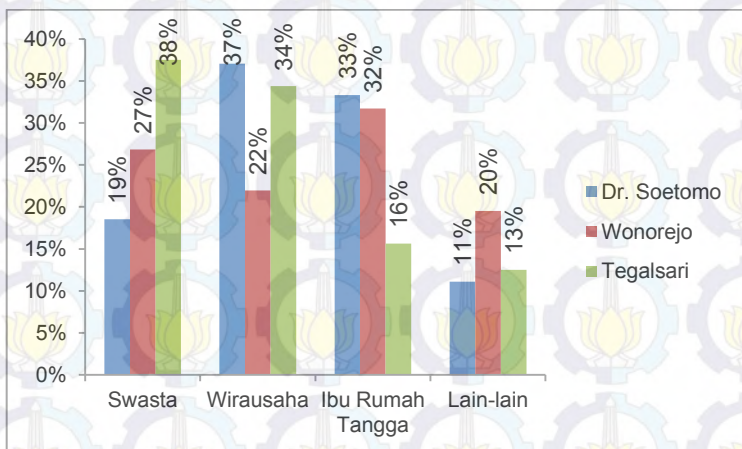
Kuesioner dilakukan kepada 100 responden di Kecamatan Tegalsari. Sebanyak 27 sampel kuesioner ditujukan di Kelurahan Dr. Soetomo, 32 kuesioner di Kelurahan Tegalsari, dan 41 kuesioner di Kelurahan Wonorejo. Pengisian kuesioner dilakukan dengan metode wawancara kepada responden. Responden dipilih secara acak di RW yang masih banyak melakukan buang besar sembarangan. Responden di Kelurahan Dr. Soetomo adalah warga RT 1, RT 5, dan RT 9 di RW 2. Responden di Kelurahan Tegalsari adalah warga RT 4 dan RT 8 di RW 7. Responden di Kelurahan Wonorejo adalah warga RT 6, RT 7, RT 8, dan RT 9 di RW 6.

A. Identitas Responden

Pada Gambar 5.1 menunjukkan tingkat pendidikan dari responden. Tingkat pendidikan terbanyak di Kelurahan Dr. Soetomo dan Wonorejo adalah SD, yaitu sebesar 44% dan 37%. Sedangkan di Tegalsari tingkat pendidikan terbanyak adalah SMA, yaitu sebesar 53%. Kemudian pada Gambar 5.2 menunjukkan komposisi pekerjaan utama dari responden. Dari grafik, terlihat bahwa pekerjaan responden yang paling banyak di Kelurahan Dr. Soetomo adalah wirausaha. Responden di Kelurahan Dr. Soetomo banyak yang membuka toko, warung makanan, maupun berjualan makanan keliling. Pekerjaan responden yang paling banyak di Kelurahan Wonorejo adalah ibu rumah tangga, yaitu sebesar 32%. Sedangkan pekerjaan responden yang paling banyak di Kelurahan Tegalsari adalah swasta, yaitu sebesar 38%.



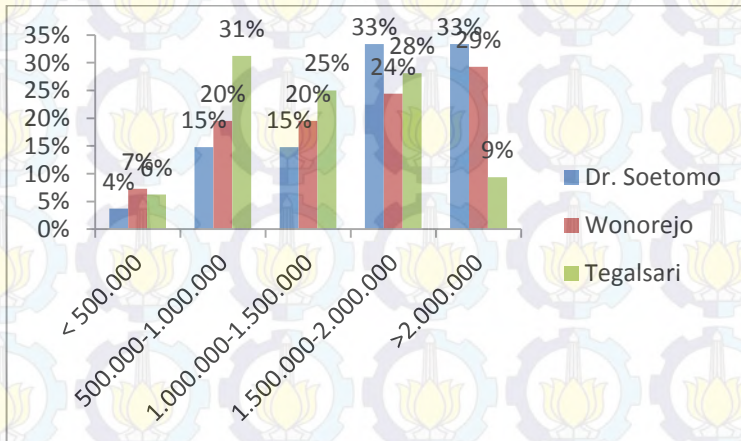
Gambar 5. 1 Tingkat Pendidikan Responden



Gambar 5. 2 Pekerjaan Utama Responden

Pada Gambar 5.3 menunjukkan pengeluaran rutin responden per bulan. Hal ini untuk mengetahui secara umum kondisi ekonomi di wilayah perencanaan. Sebanyak 33% responden di Kelurahan Dr. Soetomo mempunyai pengeluaran perbulan sebesar Rp. 1.500.001 – Rp 2.000.000 dan lebih dari Rp 2.000.000. Sebanyak 29% responden di Kelurahan Wonorejo

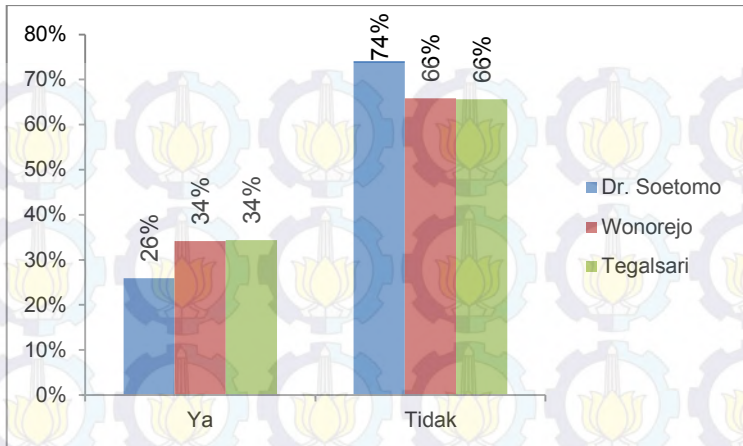
mempunyai pengeluaran perbulan sebesar lebih dari Rp 2.000.000. Sedangkan sebanyak 31% responden di Kelurahan Tegalsari mempunyai pengeluaran perbulan sebesar Rp. 500.000 – Rp 1.000.000.



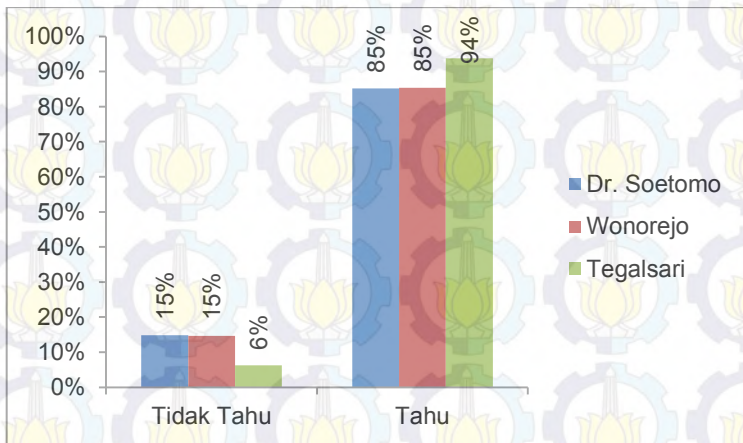
Gambar 5. 3 Pengeluaran Responden Perbulan

B. Pengetahuan Sanitasi

Pengetahuan sanitasi responden cukup baik di Kelurahan Dr. Soetomo, Wonorejo, dan Tegalsari. Pada Gambar 5.4 menunjukkan bahwa responden banyak yang belum mengetahui istilah tentang sanitasi, tetapi seluruh responden berpendapat bahwa buang air besar sembarangan tidak diperbolehkan. Pada Gambar 5.5 menunjukkan tentang pengetahuan dampak buang air besar sembarangan terhadap lingkungan dan kesehatan, lebih dari 80% responden mengetahui dampak tersebut.



Gambar 5. 4 Pengetahuan Sanitasi Responden

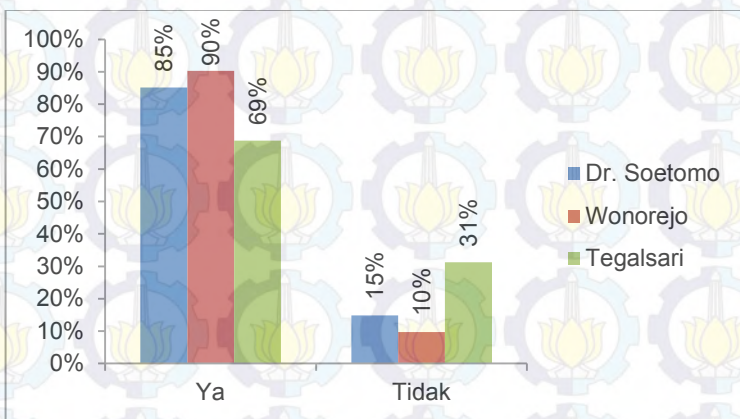


Gambar 5. 5 Pengetahuan Dampak BABS Responden

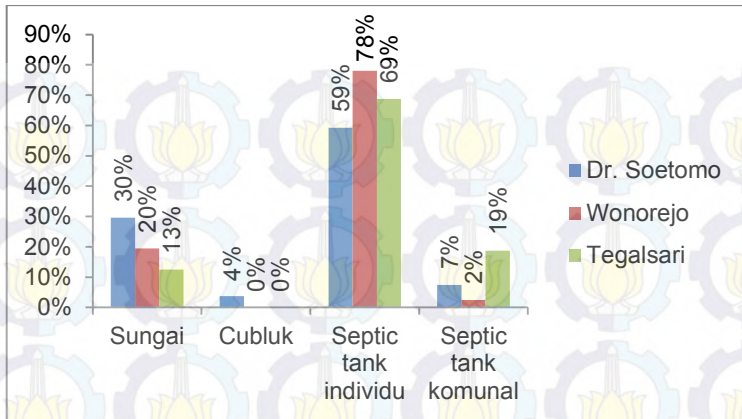
C. Perilaku Sanitasi

Pada Gambar 5.6 menunjukkan banyaknya responden yang memiliki jamban keluarga atau tidak, sedangkan Gambar 5.7 menunjukkan .tujuan akhir pembuangan limbah. Berdasarkan grafik, Kelurahan Tegalsari paling banyak warga yang tidak

memiliki jamban keluarga, yaitu sebanyak 31% atau 10 orang responden. Tetapi dari 10 responden tersebut, sebanyak 6 responden melakukan buang air besar di MCK yang terletak di dekat rumahnya. Sesuai dengan Gambar 5.7 sebanyak 19% responden membuang limbahnya menuju *septic tank* komunal atau MCK. Kemudian di Kelurahan Dr. Soetomo sebanyak 15% atau 4 orang responden tidak memiliki jamban keluarga. Tetapi tidak semua responden yang memiliki jamban keluarga membuang limbahnya menuju tangki septik. Berdasarkan Gambar 5.7 sebanyak 30% atau 8 orang responden di Kelurahan Dr. Soetomo membuang limbahnya ke sungai. Hal tersebut juga terjadi di Kelurahan Wonorejo, berdasarkan Gambar 5.6 hanya 10% responden yang tidak memiliki jamban keluarga, tetapi sebanyak 20% responden membuang limbahnya menuju sungai (Gambar 5.7).



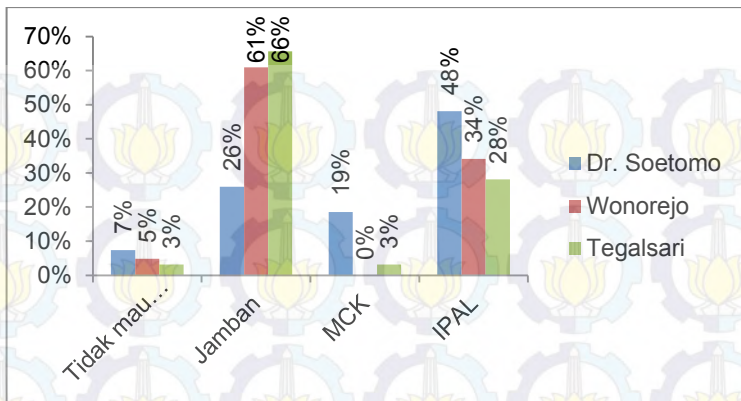
Gambar 5. 6 Kepemilikan Jamban Responden



Gambar 5. 7 Tujuan Akhir Pembuangan Limbah

D. Kemauan Membangun Teknologi Sanitasi

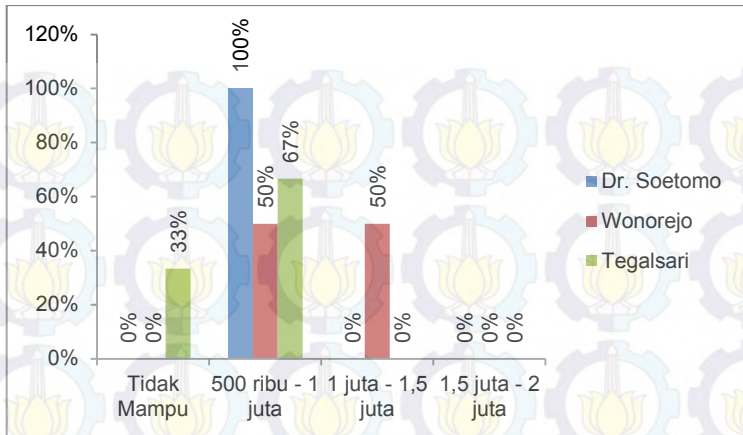
Berdasarkan Gambar 5.8 pilihan teknologi sanitasi di Kelurahan Tegalsari dan Kelurahan Wonorejo adalah jamban keluarga. Masyarakat beralasan bahwa sudah cukup mengolah air limbahnya dengan menggunakan tangki septik. Berbeda dengan responden di Kelurahan Dr. Soetomo, pilihan teknologi sanitasi yang paling banyak diinginkan adalah IPAL. Masyarakat berpendapat bahwa IPAL memiliki pengolahan yang lebih baik, sehingga kampungnya dapat lebih bersih. Metode yang digunakan dalam pengisian kuesioner oleh responden adalah dengan wawancara, sehingga dapat diketahui permasalahan kondisi sanitasi yang ada secara mendalam. Sebanyak kurang dari 10% responden di ketiga kelurahan tersebut tidak mau membangun teknologi sanitasi. Faktor yang mendasari ketidakinginan masyarakat untuk membangun teknologi sanitasi adalah keterbatasan lahan, faktor ekonomi, dan kurangnya kesadaran menjaga lingkungan. Keterbatasan lahan ini terlihat dari sebagian besar warga di daerah perencanaan tidak memiliki sisa lahan kosong yang dapat digunakan untuk membangun teknologi sanitasi. Warga yang tidak ingin membangun teknologi sanitasi, contohnya jamban keluarga, merasa keberatan jika rumahnya harus dibongkar untuk ditanam tangki septik.



Gambar 5. 8 Pilihan Teknologi Sanitasi Responden

E. Kemampuan Membangun Teknologi Sanitasi

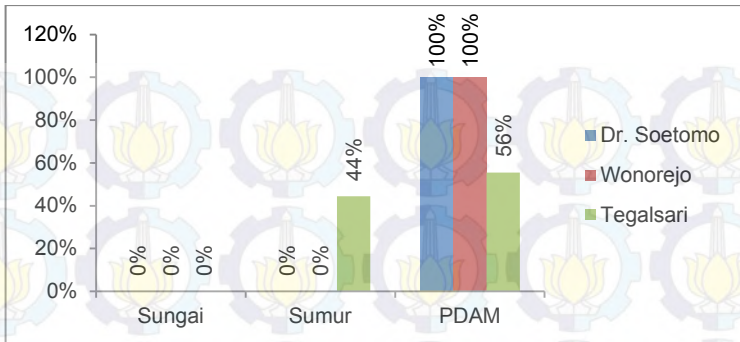
Pada Gambar 5.9 menunjukkan kemampuan responden membangun jamban keluarga. Responden di Kelurahan Dr. Soetomo yang belum memiliki jamban keluarga dan memilih mempunyai jamban keluarga adalah sebanyak 3 orang. Dari ketiga orang tersebut mampu membangun jamban keluarga dengan biaya sendiri sebesar Rp 500.000 – Rp 1.000.000. Responden di Kelurahan Wonorejo yang belum memiliki jamban keluarga dan memilih mempunyai jamban keluarga adalah sebanyak 4 orang. Sebanyak 50% atau 2 orang responden tersebut mampu membangun jamban keluarga dengan biaya sendiri sebesar Rp 500.000 – Rp 1.000.000 dan Rp 1.000.000 – Rp. 1.500.000. Sedangkan responden di Kelurahan Tegalsari yang belum memiliki jamban keluarga dan memilih mempunyai jamban keluarga adalah sebanyak 3 orang. Sebanyak 33 % atau 1 orang responden tersebut tidak mampu membangun jamban keluarga dengan biaya sendiri. Kemudian sebanyak 67% atau 2 orang responden mampu membangun jamban keluarga dengan biaya sendiri sebesar Rp 500.000 – Rp 1.000.000.



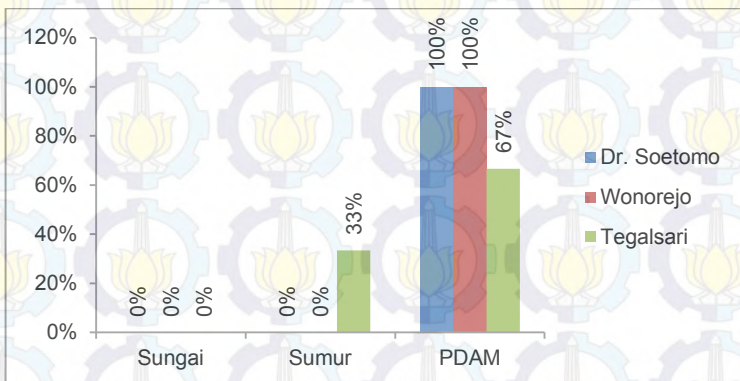
Gambar 5. 9 Kemampuan Membangun Jamban

F. Aspek Teknis Pengelolaan Sanitasi

Sumber air bersih adalah salah satu faktor untuk memenuhi sanitasi yang layak. Air bersih berfungsi untuk menggelontor tinja dari jamban. Berdasarkan Gambar 5.10 sumber air bersih responden di Kelurahan Dr. Soetomo dan Kelurahan Wonorejo yang memilih IPAL adalah 100% menggunakan air PDAM. Sedangkan di Kelurahan Tegalsari sebanyak 56% responden menggunakan air PDAM dan sisanya menggunakan sumur. Tidak jauh berbeda dengan responden yang memilih jamban keluarga. Pada Gambar 5.11 sebanyak 100 % responden di Kelurahan Dr. Soetomo dan Kelurahan Wonorejo telah menggunakan air PDAM sebagai sumber air bersihnya. Sedangkan di Kelurahan Tegalsari sebanyak 67% responden menggunakan air PDAM dan sisanya menggunakan sumur.



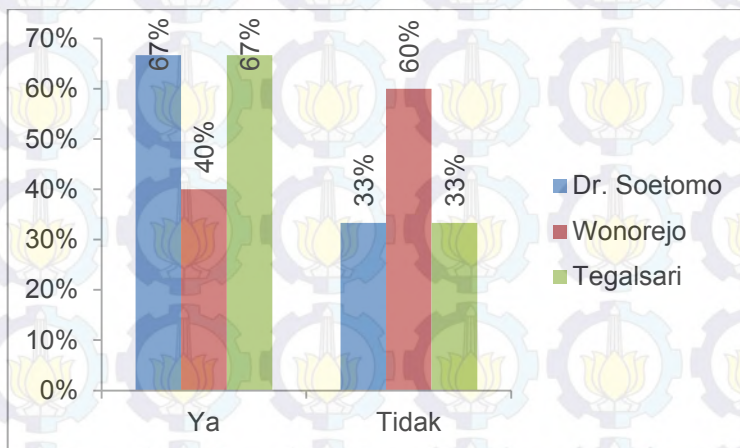
Gambar 5. 10 Sumber Air Bersih Responden yang Memilih IPAL



Gambar 5. 11 Sumber Air Bersih Responden yang Memilih Jamban

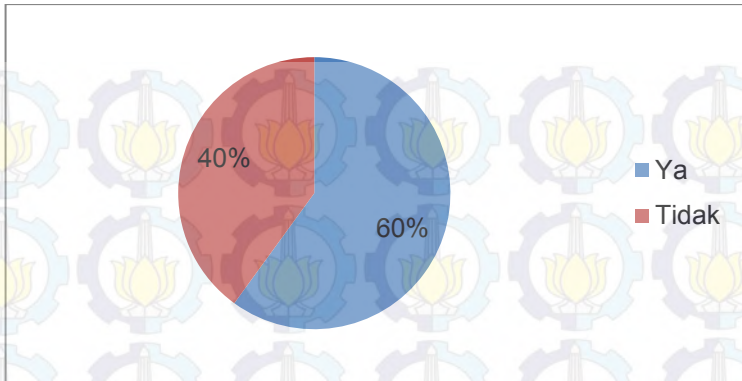
Aspek teknis yang perlu diperhatikan dalam pembangunan jamban adalah ketersediaan lahan untuk membangun tangki septik. Berdasarkan Gambar 5.12, sebanyak 67% responden di Kelurahan Dr. Soetomo dan Kelurahan Tegalsari yang memilih jamban sebagai pilihan teknologi berpendapat bahwa di rumahnya masih tersedia lahan untuk membangun tangki septik. Berdasarkan hasil survei terlihat bahwa sebagian masyarakat di Kelurahan Dr. Soetomo dan Kelurahan Tegalsari masih memiliki lahan kosong di depan atau belakang rumahnya. Sebanyak 60% responden di Kelurahan

Wonorejo berpendapat bahwa di rumahnya tidak tersedia lahan untuk membangun tangki septik. Solusi untuk masyarakat yang tidak memiliki lahan untuk membangun tangki septik adalah membangun tangki septik dengan ditanam di dalam rumah, sehingga harus membongkar beton atau lantai rumah.

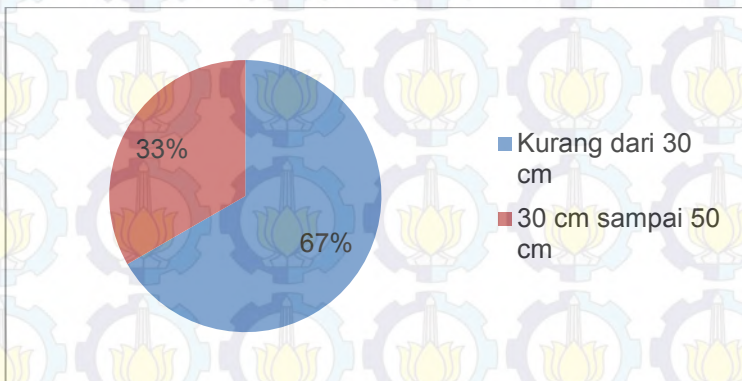


Gambar 5. 12 Ketersediaan Lahan untuk MembangunTangki Septik

Aspek teknis yang perlu diperhatikan dalam pembangunan IPAL adalah kondisi terhadap banjir. Berdasarkan Gambar 5.13, sebanyak 60% responden di Kelurahan Dr. Soetomo berpendapat daerah rumahnya dilanda banjir saat musim penghujan. Tetapi ketinggian maksimum air hujan saat banjir hanyalah sebesar kurang dari 30 cm, hal ini berdasarkan Gambar 5.14. Walaupun dilanda banjir saat musim penghujan, berdasarkan wawancara, banjir di daerah tersebut cepat surut.



Gambar 5. 13 Kondisi Daerah terhadap Banjir



Gambar 5. 14 Ketinggian Maksimum Air Saat Banjir

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara, didapat kesimpulan bahwa pilihan teknologi oleh masyarakat di RW 7 Kelurahan Tegalsari dan RW 6 Kelurahan Wonorejo adalah jamban keluarga. Sedangkan pilihan teknologi masyarakat di RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo adalah IPAL.

5.2 Perencanaan Tangki Septik

5.2.1 Penentuan Dimensi Tangki Septik Dengan Perhitungan

Tangki septik yang direncanakan adalah tangki septik individu dengan asumsi pemakai sebanyak 5 jiwa tiap KK. Konstruksi tangki septik direncanakan menggunakan beton berbentuk bulat. Konstruksi tangki septik terdiri dari beberapa jenis, konstruksi tangki septik yang terbaru adalah tangki septik cor langsung tanpa sambungan untuk mengurangi resiko kebocoran. Pilihan tangki septik yang dapat digunakan adalah tipe 3-3-1, tipe 2-2-1, tipe 3-1, dan tipe 2-1. Semua tipe tangki septik tersebut menggunakan cor berdiameter 80 cm. Tipe 3-3-1 terdiri dari 2 tangki septik tinggi 1,5 m (sama seperti jumlah 3 buis beton 0,5 meter ditumpuk 3) dan satu resapan tinggi 0,5 m. Tipe 2-2-1 terdiri dari 2 tangki septik tinggi 1 m (sama seperti jumlah 2 buis beton 0,5 meter ditumpuk 2) dan satu resapan tinggi 0,5 m. Tipe 3-1 terdiri dari 1 tangki septik tinggi 1,5 m dan satu resapan tinggi 0,5 m. Tipe 2-1 terdiri dari 1 tangki septik tinggi 1 m dan satu resapan tinggi 0,5 m (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Hal pertama yang harus diketahui untuk menentukan dimensi tangki septik adalah menghitung debit air limbah domestik yang akan diolah. Debit air limbah rata-rata dapat diperkirakan dari banyaknya konsumsi air bersih tiap orang yang dilayani. Tangki septik yang direncanakan adalah hanya menerima limbah dari kakus (sistem terpisah). Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2011), bila tangki septik hanya menerima dari kakus saja, maka laju timbulan air limbah didapat dari gabungan dari limbah tinja dan air penggelontor yang besarnya antara 5-40 liter/orang/hari. Berikut adalah perhitungan penentuan dimensi tangki septik berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum (2011),

Direncanakan:

- p = jumlah pemakai = 5 orang
- q = laju timbulan air limbah = 10 liter/orang.hari
- R lumpur = kecepatan akumulasi lumpur matang
= $0,04 \text{ m}^3/\text{orang.tahun}$ (0,03-0,04)
- N = frekuensi pengurasan = 3 tahun (2-3 tahun)

R_s = kecepatan stabilisasi = $0,0425 \text{ m}^3/\text{orang}$
Menggunakan beton dengan diameter 80 cm

Dihitung:

$$\begin{aligned} Q \text{ rata-rata} &= q \times p \\ &= 10 \text{ liter/orang.hari} \times 5 \text{ orang} \\ &= 50 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu detensi (td)} &= 2,5 - 0,3 \log (p \times q) \\ &= 2,5 - 0,3 \log (5 \times 10) \\ &= 1,99 \text{ hari} \approx 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ pengendapan} &= Q \text{ rata-rata} \times t_d \\ &= 50 \text{ liter/hari} \times 2 \text{ hari} \\ &= 100 \text{ liter} \\ &= 0,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ stabilisasi} &= R_s \times p \\ &= 0,0425 \text{ m}^3/\text{orang} \times 5 \text{ orang} \\ &= 0,2125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ lumpur} &= R_{\text{lumpur}} \times N \times p \\ &= 0,04 \text{ m}^3/\text{orang.tahun} \times 3 \text{ tahun} \times 5 \text{ orang} \\ &= 0,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ total} &= V \text{ pengendapan} + V \text{ stabilisasi} + V \text{ lumpur} \\ &= 0,1 \text{ m}^3 + 0,2125 \text{ m}^3 + 0,6 \text{ m}^3 \\ &= 0,9125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diameter beton = 80 cm = 0,8 m, maka

$$\text{Kedalaman (h)} = \frac{V_{\text{total}}}{r^2} = \frac{0,9125 \text{ m}^3}{0,4^2} = 1,8 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa tipe 2-2-1 digunakan untuk periode pengurusan lumpur selama 3 tahun. Di Indonesia telah banyak diterapkan tangki septik dengan metode 3-3-1. Jika dievaluasi dengan menggunakan perhitungan, maka metode tersebut dapat digunakan dengan periode pengurusan lumpur selama 6 tahun. Berikut adalah perhitungannya,

Direncanakan:

$$\begin{aligned} p &= \text{jumlah pemakai} = 5 \text{ orang} \\ q &= \text{laju timbunan air limbah} = 10 \text{ liter/orang.hari} \\ R \text{ lumpur} &= \text{kecepatan akumulasi lumpur matang} \\ &= 0,04 \text{ m}^3/\text{orang.tahun} (0,03-0,04) \end{aligned}$$

N = frekuensi pengurasan = 2-3 tahun
 Rs = kecepatan stabilisasi = $0,0425 \text{ m}^3/\text{orang}$
 Menggunakan beton dengan diameter = 80 cm
 Menggunakan 2 tangki septik tinggi 1,5 m, maka $h = 3 \text{ m}$

Dihitung:

$$\text{Kedalaman (h)} = \frac{V_{\text{total}}}{r^2} = 3 \text{ m}$$

$$V_{\text{total}} = h \times r^2 = 3 \text{ m} \times 0,4^2 = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{rata-rata}} &= q \times p \\ &= 10 \text{ liter/orang.hari} \times 5 \text{ orang} \\ &= 50 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu detensi (td)} &= 2,5 - 0,3 \log (p \times q) \\ &= 2,5 - 0,3 \log (5 \times 10) \\ &= 1,99 \text{ hari} \approx 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{pengendapan}} &= Q_{\text{rata-rata}} \times \text{td} \\ &= 50 \text{ liter/hari} \times 2 \text{ hari} \\ &= 100 \text{ liter} \\ &= 0,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{stabilisasi}} &= R_s \times p \\ &= 0,0425 \text{ m}^3/\text{orang} \times 5 \text{ orang} \\ &= 0,2125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{pengendapan}} + V_{\text{stabilisasi}} + V_{\text{lumpur}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{lumpur}} &= V_{\text{total}} - V_{\text{pengendapan}} - V_{\text{stabilisasi}} \\ &= 1,5 \text{ m}^3 - 0,1 \text{ m}^3 - 0,2125 \text{ m}^3 \\ &= 1,1875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{lumpur}} &= R_{\text{lumpur}} \times N \times p \\ 1,1875 \text{ m}^3 &= 0,04 \text{ m}^3/\text{orang/tahun} \times N \times 5 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$N = 5,9 \text{ tahun} \approx 6 \text{ tahun}$$

5.2.1 Penentuan Dimensi Tangki Septik Dengan Menggunakan SNI-03-2398-1991

Dimensi tangki septik yang telah ditentukan pada SNI-03-2398-1991 adalah berdasarkan jumlah pemakai. Oleh karena itu, penentuan dimensi tangki tidak memerlukan perhitungan lagi tetapi hanya mencocokkan jumlah pemakai (Tabel 5.1). Penentuan dimensi tangki septik ini berdasarkan pada frekuensi pengurusan 3 tahun. Pada perencanaan tangki septik ini berdasarkan jumlah pemakai sebanyak 5 jiwa. Jadi dimensi tangki septik berdasarkan SNI-03-2398-1991 pada perencanaan ini adalah dengan panjang 1,7 m, lebar 0,85 m, dan tinggi 1,3 m.

Tabel 5. 1 Dimensi Tangki Septik Berdasarkan SNI-03-2398-1991

No.	Jumlah Pemakai (Jiwa)	Kebutuhan Ruang Lumpur (m^3)	Kebutuhan Ruang Basah (m^3)	Ruang Bebas Air (m^3)	Volume Total (m^3)	Ukuran (m)		
						P	L	T
1.	5	0.6	1	0.25	1.85	1.7	0.85	1.3
2.	10	1.2	2	0.5	3.7	2.3	1.15	1.4
3.	15	1.8	3	0.75	5.55	2.75	1.35	1.5
4.	20	2.4	4	1	7.4	3.2	1.55	1.5
5.	25	3	5	1.25	9.25	3.4	1.7	1.6

Pada perencanaan ini terdapat tiga jenis desain tangki septik yang dapat digunakan, yaitu tangki septik 2-2-1, tangki septik 3-3-1, dan tangki septik berdasarkan SNI. Pemilihan desain tangki septik yang akan digunakan oleh masyarakat di Kelurahan Wonorejo dan Kelurahan Tegalsari diserahkan kepada masyarakat. Faktor pemilihan tangki septik oleh masyarakat bisa berdasarkan faktor biaya dan lahan.

5.3 Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah

5.3.1 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah penduduk yang dilayani pada suatu wilayah perencanaan. Periode perencanaan sistem penyaluran air limbah ini direncanakan untuk 20 tahun kedepan, yaitu tahun 2015 hingga tahun 2035. Penentuan tahun perencanaan ini disesuaikan dengan umur pipa. Setelah mengetahui jumlah penduduk yang akan dilayani, maka dapat dihitung debit air limbah yang dihasilkan dari suatu area pelayanan.

Jumlah penduduk pada wilayah perencanaan yang terdiri atas RT 1, 5, dan 9 RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo pada tahun 2015 adalah sebanyak 535 jiwa. Jumlah ini didapat dari data lapangan yaitu di wilayah perencanaan terdapat 107 KK. Kemudian disesuaikan dengan data Kecamatan Tegalsari dalam Angka 2014 bahwa rata-rata anggota keluarga tiap KK di Kelurahan Dr. Soetomo terdiri dari 5 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014). Proyeksi penduduk tidak dilakukan pada perencanaan kali ini karena wilayah studi sudah padat dan memiliki keterbatasan lahan. Hal tersebut diperkirakan bahwa wilayah perencanaan tidak mampu menerima pertambahan penduduk. Maka dari itu, jumlah penduduk yang dilayani pada periode perencanaan ini adalah sebanyak 107 KK atau 535 jiwa.

5.3.2 Perhitungan Debit Air Limbah

Debit air limbah domestik didapat dari 80% pemakaian kebutuhan air bersih. Berdasarkan hasil survei rekening pemakaian air bersih tiap bulannya, didapatkan bahwa rata-rata pemakaian kebutuhan air bersih di RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo adalah sebesar 200 liter/orang.hari. Perhitungan debit air limbah dapat dilihat sebagai berikut,

Pemakaian rata-rata air bersih untuk seluruh penduduk
= jumlah penduduk x konsumsi air per orang per hari
= 535 orang x 200 liter/orang.hari
= 107.000 liter/hari
= 1,238 liter/detik

$$\begin{aligned}\text{Kebocoran} &= 20\% \times \text{pemakaian rata-rata} \\ &= 20\% \times 1,238 \text{ liter/detik} \\ &= 0,247 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Total pemakaian rata-rata air bersih didapatkan dari jumlah pemakaian rata-rata air bersih penduduk ditambah kebocoran dari sistem penyediaan air bersih, hasilnya yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Total pemakaian rata-rata} &= 1,238 + 0,247 \\ &= 1,486 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Debit air limbah yang dihasilkan,

$$\begin{aligned}Q_{ave} &= 80\% \times \text{total pemakaian air bersih rata-rata} \\ &= 80\% \times 1,486 \text{ liter/detik} \\ &= 1,19 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Debit maksimum air limbah (Q_{max}) didapatkan dengan mengalikan debit harian rata-rata dengan faktor hari maksimum. Faktor hari maksimum (f_{md}) diperoleh berdasarkan Crites dan Tchobanoglous (1998).

$$\begin{aligned}Q_{max} &= Q_{ave} \times f_{md} \\ &= 1,19 \text{ liter/detik} \times 2,5 \\ &= 2,972 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Debit jam puncak didapatkan dengan mengalikan debit harian rata-rata dengan faktor jam puncak. Faktor jam puncak (f_p) diperoleh berdasarkan Gambar 2.4.

$$\begin{aligned}Q_{peak} &= Q_{ave} \times f_p \\ &= 1,19 \text{ liter/detik} \times 3,4 \\ &= 4,046 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{min} &= Q_{ave} \times \frac{1}{5} \times \left(\frac{\text{jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \\ &= 0,21 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{infiltrasi} &= 10\% \times Q_{ave} \\ &= 10\% \times 1,19 \text{ liter/detik} \\ &= 0,119 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Debit yang digunakan pada perencanaan sistem penyaluran air limbah menggunakan Q_{peak} total yaitu sebesar:

$$\begin{aligned}Q_{peak \text{ total}} &= Q_{peak} + Q_{infiltrasi} \\ &= 4,046 \text{ liter/detik} + 0,119 \text{ liter/detik} \\ &= 4,165 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

5.3.3 Pembebanan Pipa

Air limbah dari setiap rumah tangga akan dialirkan melalui pipa persil, servis, lateral, dan induk menuju IPAL. Pipa persil diasumsikan sudah terpasang dengan memanfaatkan pipa eksisting pada wilayah perencanaan. Jadi yang dihitung pada perencanaan ini adalah pipa servis, lateral, dan induk. Contoh perhitungan pipa air limbah pada saluran pipa lateral adalah sebagai berikut:

Perhitungan pembebanan jalur Pipa Lateral L2 – L3 yang melayani pipa servis s1 – L1 dan s2 – L2. Masing-masing pipa servis melayani dua rumah, sehingga terdapat 4 KK atau 20 jiwa yang terlayani.

Pemakaian rata-rata air bersih

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{konsumsi per orang per hari} \\ &= 20 \text{ orang} \times 200 \text{ liter/orang.hari} \\ &= 4.000 \text{ liter/hari} \\ &= 0,046 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebocoran} &= 20\% \times \text{pemakaian rata-rata} \\ &= 20\% \times 0,046 \text{ liter/detik} \\ &= 0,009 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Total pemakaian rata-rata air bersih didapatkan dari jumlah pemakaian rata-rata air bersih penduduk ditambah kebocoran, hasilnya yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Total pemakaian rata-rata} &= 0,046 + 0,009 \\ &= 0,055 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Debit air limbah yang dihasilkan,

$$\begin{aligned} Q_{ave} &= 80\% \times \text{total pemakaian air bersih rata-rata} \\ &= 80\% \times 0,055 \text{ liter/detik} \\ &= 0,04 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000044 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{peak} &= Q_{ave} \times \text{faktor } peak \\ &(\text{grafik fp didapat pada Gambar 2.4}) \\ &= 0,000044 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3,4 \\ &= 0,0002 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

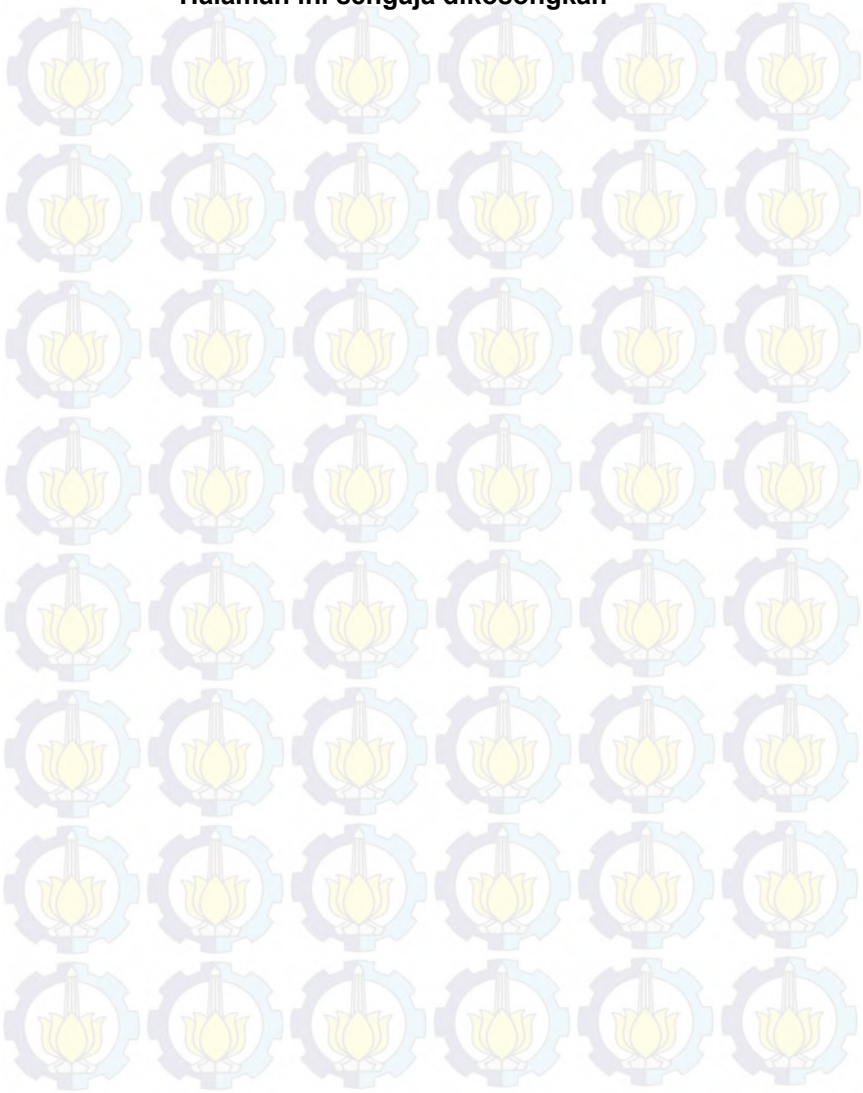
$$\begin{aligned} Q_{infiltrasi} &= 10\% \times Q_{ave} \\ &= 10\% \times 0,000044 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,0000044 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak total}} &= Q_{\text{peak}} + Q_{\text{infiltrasi}} \\
 &= 0.0002 + 0.0000044 \\
 &= 0.0002 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{min}} &= Q_{\text{ave}} \times \frac{1}{5} \times \left(\frac{\text{jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \\
 &= 0,000044 \times \frac{1}{5} \times \left(\frac{20}{1000} \right)^{0,2} \\
 &= 0,000004 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan pipa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



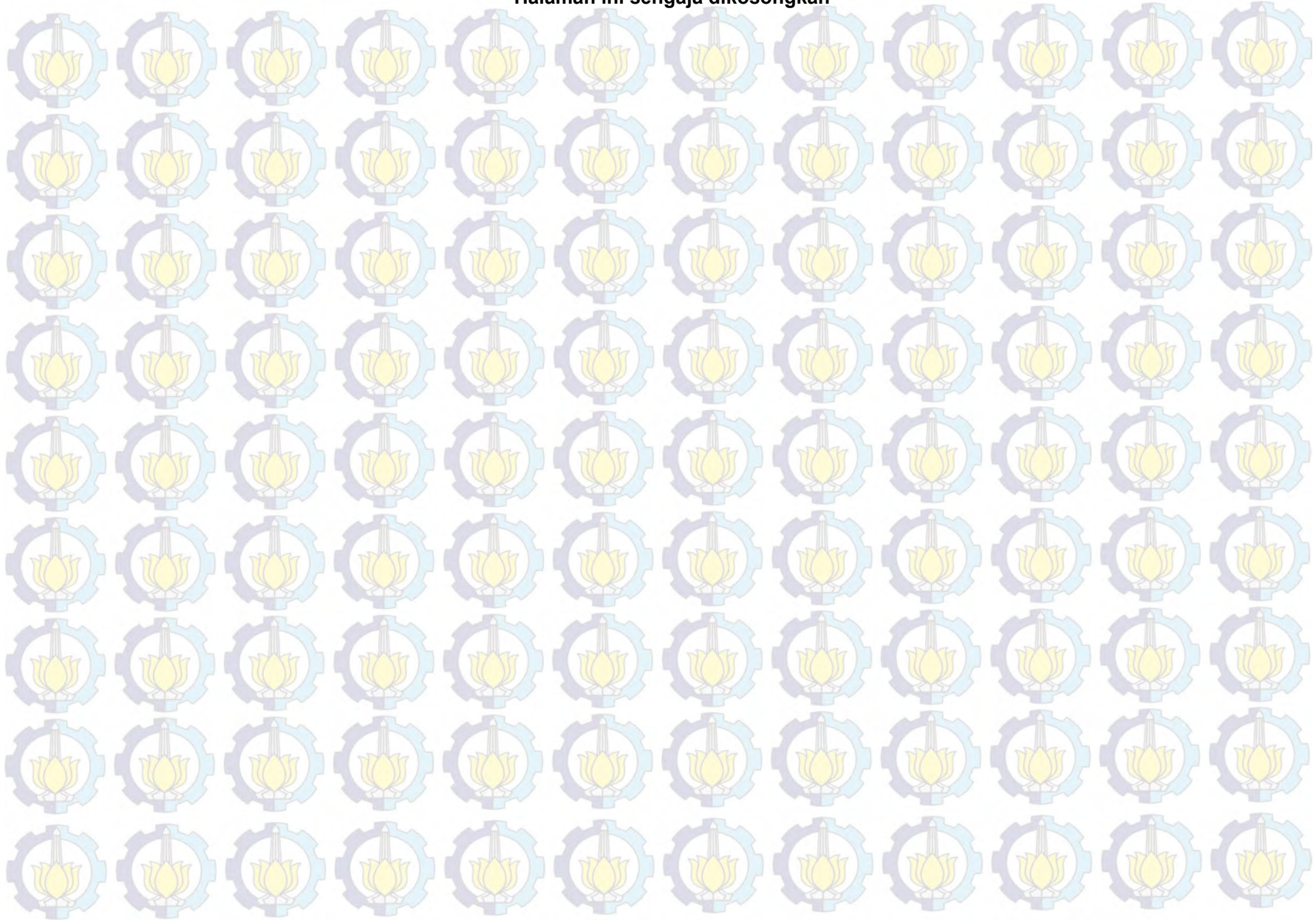
Tabel 5. 2 Pembebanan Pipa

Saluran	Jenis Saluran	Q ave m ³ /detik	Q ave kumulatif m ³ /detik	Faktor peak	Q peak m ³ /detik	Faktor infiltrasi	Q infiltrasi m ³ /detik	Jumlah penduduk jiwa	Jumlah penduduk kumulatif jiwa	Q min m ³ /detik	Q peak total m ³ /detik
s1-L1	service	0,000022						10			
L1-L2	lateral		0,00002	3,4	0,0001	0,1	0,000002	10	10	0,0000018	0,0001
s2-L2	service	0,000022						10			
L2-L3	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004	10	20	0,0000041	0,0002
L3-L4	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004	10	20	0,0000041	0,0002
s3-L4	service	0,000022						10			
L4-L5	lateral		0,00007	3,4	0,0002	0,1	0,000007	10	30	0,0000066	0,0002
s4-L5	service	0,000033						15			
L5-L6	lateral		0,00010	3,4	0,0003	0,1	0,000010	15	45	0,0000108	0,0004
s5-L6	service	0,000022						10			
L6-L7	lateral		0,00012	3,4	0,0004	0,1	0,000012	10	55	0,0000137	0,0004
s6-L7	service	0,000022						10			
L7-L8	lateral		0,00014	3,4	0,0005	0,1	0,000014	10	65	0,0000167	0,0005
s7-L8	service	0,000033						15			
L8-L9	lateral		0,00018	3,4	0,0006	0,1	0,000018	15	80	0,0000215	0,0006
s8-L9	service	0,000022						10			
L9-L10	lateral		0,00020	3,4	0,0007	0,1	0,000020	10	90	0,0000247	0,0007
L10-L11	lateral		0,00020	3,4	0,0007	0,1	0,000020	10	90	0,0000247	0,0007
s9-L11	service	0,000022						10			
L11-L12	lateral		0,00022	3,4	0,0008	0,1	0,000022	10	100	0,0000280	0,0008
s10-L12	service	0,000022						10			
L12-L13	lateral		0,00024	3,4	0,0008	0,1	0,000024	10	110	0,0000314	0,0009
s11-L13	service	0,000033						15			
L13-L14	lateral		0,00028	3,4	0,0009	0,1	0,000028	15	125	0,0000367	0,0010
s12-L14	service	0,000022						10			
L14-L15	lateral		0,00030	3,4	0,0010	0,1	0,000030	10	135	0,0000402	0,0011
s13-L17	service	0,000022						10			
L17-L18	lateral		0,00002	3,4	0,0001	0,1	0,000002	10	10	0,0000018	0,0001
s14-L18	service	0,000022						10			
L18-L19	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004	10	20	0,0000041	0,0002
L19-L20	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004	10	20	0,0000041	0,0002
s15-L20	service	0,000033						15			
L20-L21	lateral		0,00008	3,4	0,0003	0,1	0,000008	15	35	0,0000080	0,0003
s16-L21	service	0,000033						15			
L21-L22	lateral		0,00011	3,4	0,0004	0,1	0,000011	15	50	0,0000122	0,0004
s17-L22	service	0,000033						15			
s18-L22	service	0,000022						10			
L22-L23	lateral		0,00017	3,4	0,0006	0,1	0,000017	10	75	0,0000199	0,0006

Saluran	Jenis Saluran	Q ave m ³ /detik	Q ave kumulatif m ³ /detik	Faktor peak	Q peak m ³ /detik	Faktor infiltrasi	Q infiltrasi m ³ /detik	Jumlah penduduk jiwa	Jumlah penduduk kumulatif jiwa	Q min m ³ /detik	Q peak total m ³ /detik
s19-L23	service	0,000033						15			
s20-L23	service	0,000033						15			
L23-L24	lateral		0,00023	3,4	0,0008	0,1	0,000023		105	0,0000297	0,0008
s21-L24	service	0,000022						10			
L24-L25	lateral		0,00026	3,4	0,0009	0,1	0,000026		115	0,0000332	0,0009
s22-L25	service	0,000033						15			
s23-L25	service	0,000022						10			
L25-L15	lateral		0,00031	3,4	0,0011	0,1	0,000031		140	0,0000420	0,0011
L15-L16	lateral		0,00061	3,4	0,0021	0,1	0,000061		275	0,0000944	0,0021
s26-L26	service	0,000022						10			
L26-L27	lateral		0,00002	3,4	0,0001	0,1	0,000002		10	0,0000018	0,0001
s27-L27	service	0,000022						10			
L27-L28	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004		20	0,0000041	0,0002
s34-L35	service	0,000033						15			
L35-L36	lateral		0,00003	3,4	0,0001	0,1	0,000003		15	0,0000029	0,0001
s35-L36	service	0,000022						10			
L36-L28	lateral		0,00006	3,4	0,0002	0,1	0,000006		25	0,0000053	0,0002
L28-L29	lateral		0,00010	3,4	0,0003	0,1	0,000010		45	0,0000108	0,0004
s28-L29	service	0,000033						15			
s29-L29	service	0,000033						15			
L29-L30	lateral		0,00017	3,4	0,0006	0,1	0,000017		75	0,0000199	0,0006
s30-L30	service	0,000022						10			
L30-L31	lateral		0,00019	3,4	0,0006	0,1	0,000019		85	0,0000231	0,0007
s31-L31	service	0,000033						15			
L31-L32	lateral		0,00022	3,4	0,0008	0,1	0,000022		100	0,0000280	0,0008
s32-L32	service	0,000022						10			
L32-L33	lateral		0,00024	3,4	0,0008	0,1	0,000024		110	0,0000314	0,0009
s36-L37	service	0,000022						10			
L37-L38	lateral		0,00002	3,4	0,0001	0,1	0,000002		10	0,0000018	0,0001
s37-L38	service	0,000022						10			
L38-L39	lateral		0,00004	3,4	0,0002	0,1	0,000004		20	0,0000041	0,0002
s38-L39	service	0,000022						10			
L39-L40	lateral		0,00007	3,4	0,0002	0,1	0,000007		30	0,0000066	0,0002
s39-L40	service	0,000022						10			
L40-L41	lateral		0,00009	3,4	0,0003	0,1	0,000009		40	0,0000093	0,0003
s40-L41	service	0,000033						15			
L41-L42	lateral		0,00012	3,4	0,0004	0,1	0,000012		55	0,0000137	0,0004
s41-L42	service	0,000022						10			
L42-L43	lateral		0,00014	3,4	0,0005	0,1	0,000014		65	0,0000167	0,0005

Saluran	Jenis Saluran	Q ave m ³ /detik	Q ave kumulatif m ³ /detik	Faktor peak	Q peak m ³ /detik	Faktor infiltrasi	Q infiltrasi m ³ /detik	Jumlah penduduk jiwa	Jumlah penduduk kumulatif jiwa	Q min m ³ /detik	Q peak total m ³ /detik
s42-L43	service	0,000022						10			
L43-L44	lateral		0,00017	3,4	0,0006	0,1	0,000017		75	0,0000199	0,0006
L44-L45	lateral		0,00017	3,4	0,0006	0,1	0,000017		75	0,0000199	0,0006
s43-L45	service	0,000022						10			
L45-L46	lateral		0,00019	3,4	0,0006	0,1	0,000019		85	0,0000231	0,0007
s44-L46	service	0,000022						10			
L46-L47	lateral		0,00021	3,4	0,0007	0,1	0,000021		95	0,0000264	0,0007
s45-L47	service	0,000022						10			
L47-L48	lateral		0,00023	3,4	0,0008	0,1	0,000023		105	0,0000297	0,0008
s46-L48	service	0,000022						10			
L48-L49	lateral		0,00026	3,4	0,0009	0,1	0,000026		115	0,0000332	0,0009
s47-L49	service	0,000022						10			
L49-L33	lateral		0,00028	3,4	0,0009	0,1	0,000028		125	0,0000367	0,0010
L33-L34	lateral		0,00052	3,4	0,0018	0,1	0,000052		235	0,0000782	0,0018
s33-L34	service	0,000022						10			
L34-L16	lateral		0,00054	3,4	0,0019	0,1	0,000054		245	0,0000822	0,0019
s24-L16	service	0,000033						15			
L16-L50	induk		0,00119	3,4	0,0040	0,1	0,000119		535	0,0002098	0,0042
L50-SP	induk		0,00119	3,4	0,0040	0,1	0,000119		535	0,0002098	0,0042

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



5.3.4 Perhitungan Diameter Pipa

Perhitungan diameter pipa dilakukan berdasarkan pembebanan pipa. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan diameter pipa, yaitu kecepatan minimum dan kecepatan maksimum. Kecepatan minimum diperlukan untuk menghindari endapan dalam pipa. Kecepatan maksimum digunakan untuk menghindari gesekan yang berlebihan sehingga dapat merusak pipa. Kecepatan minimum yang diperbolehkan adalah sebesar 0,3 m/detik dan kecepatan maksimum sebesar 3 m/detik (Metcalf dan Eddy, 1981). Sistem penyaluran air limbah (SPAL) pada perencanaan ini adalah menggunakan sistem *shallow sewer*. Perencanaan aliran debit minimum pada sistem *shallow sewer* adalah sebesar 0,3-0,4 m/detik (Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

Perhitungan diameter pipa air limbah adalah sebagai berikut,

Contoh perhitungan diameter pipa lateral L1 – L2

Diketahui:

$$Q_{\text{peak}} = 0,0001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{min}} = 0,000002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

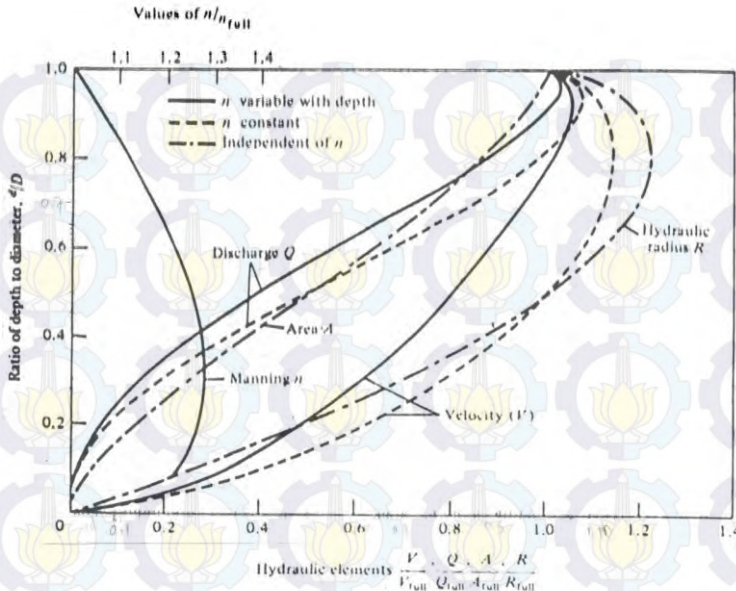
$$\text{Panjang pipa} = 13 \text{ m}$$

Direncanakan:

$$\text{Slope pipa} = 0,02$$

$$d/D = 0,8$$

Slope pipa ditentukan berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2013), Nilai d/D adalah rasio kedalaman air limbah yang proporsional. Jadi ketika kondisi debit minimum tetap dapat memenuhi kecepatan yang cukup untuk mengalirkan air limbah dan mencegah adanya padatan yang mengendap. Selain itu juga saat kondisi debit maksimum, terdapat celah udara untuk menampung gas yang dihasilkan oleh air limbah di dalam pipa. Kemudian nilai d/D diplot pada grafik *Hydraulic Elements for Circular Sewer* untuk mendapatkan rasio $Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}}$.



Gambar 5. 15 Grafik Hydraulic Elements for Circular Sewer
Sumber: Metcalf & Eddy, 1981

Berdasarkan Gambar 5.15 didapatkan,
 $Q_{peak}/Q_{full} = 0,975$

$$\text{Maka, } Q_{full} = \frac{Q_{peak}}{Q_{peak}/Q_{full}} = \frac{0,0001}{0,975} = 0,0001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan diameter pipa memerlukan koefisien kekasaran pipa (n) dan slope pipa yang telah direncanakan. Nilai n yang dipilih adalah 0,009. Menurut Metcalf & Eddy (1981), nilai n 0,009 digunakan untuk menganalisa pipa penyaluran air limbah dengan bahan pipa yang terbuat dari PVC.

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{Q_{full} \times n}{0,3117 \times s^{1/2}} \right)^{3/8} = \left(\frac{0,0001 \times 0,009}{0,3117 \times 0,02^{1/2}} \right)^{3/8} \\ &= 0,017\text{m} \end{aligned}$$

Diameter yang didapat dari perhitungan sangat kecil, sehingga diameter yang dipilih adalah berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2013), yaitu untuk pipa lateral adalah 4" – 6". Sehingga dipilih dimensi pipa dengan diameter 4".

Diameter dalam pipa air limbah 4" tipe D adalah 110 mm. Kemudian dicek Qfull ketika menggunakan diameter yang terpilih.

$$D \text{ terpilih} = 110 \text{ mm} = 0,110 \text{ m}$$

$$Q \text{ full cek} = \frac{0,3117 \times D^{2,667} \times s^{1/2}}{n} = \frac{0,3117 \times 0,110^{2,667} \times 0,02^{1/2}}{0,009} = 0,014 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V_{\text{full cek}} = \frac{Q_{\text{full cek}}}{A_{\text{full}}} = \frac{0,014}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} = \frac{0,014}{0,25 \times 3,14 \times 0,110^2} = 1,431 \text{ m/detik (memenuhi kriteria)}$$

$$Q_{\text{min}}/Q_{\text{full cek}} = \frac{0,000002}{0,014} = 0,0001$$

Berdasarkan nilai $Q_{\text{min}}/Q_{\text{full cek}}$, maka $d_{\text{min}}/D_{\text{full cek}} = 0,07$ dan $V_{\text{min}}/V_{\text{full cek}} = 0,35$

$$V_{\text{min}} = \frac{V_{\text{min}}}{V_{\text{full cek}}} \times V_{\text{full cek}} = 0,35 \times 1,431 = 0,501 \text{ m/detik (memenuhi kriteria)}$$

Dicek kembali nilai V_{min} dengan rumus Manning sebagai berikut,

$$V_{\text{min}} = \frac{1}{n} \times R^{8/3} \times s^{1/2}$$

Karena nilai R belum diketahui, maka harus di cari terlebih dahulu. Nilai R didapatkan dari perhitungan sebagai berikut,

$d_{\text{min}}/D_{\text{full cek}} = 0,07$ (berdasarkan nilai $Q_{\text{min}}/Q_{\text{full cek}}$ pada Gambar 5.15)

$$\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 0,110 = 0,055 \text{ m}$$

$$\text{Half full (d)} = d_{\text{min}}/D_{\text{full cek}} \times D \text{ dipilih}$$

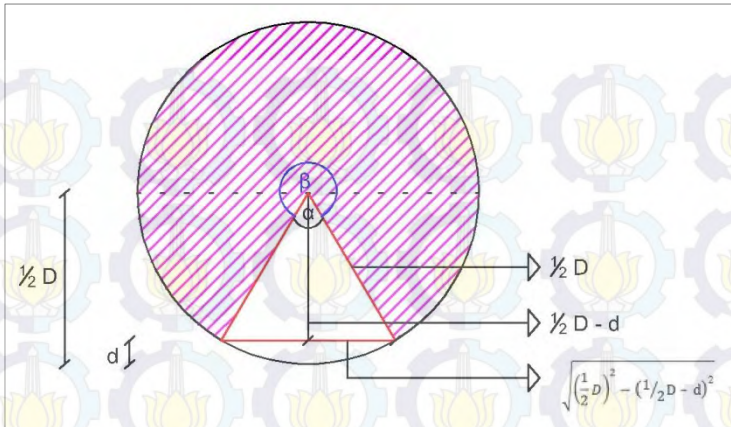
$$\text{Half full (d)} = 0,07 \times 0,110 \text{ m}$$

$$\text{Half full (d)} = 0,0007 \text{ m}$$

$$0,5D - d = \frac{1}{2} D - d$$

$$0,5D - d = 0,055 - 0,0007$$

$$0,5D - d = 0,0473 \text{ m}$$



Gambar 5. 16 Ilustrasi Juring

Berdasarkan Gambar 5.16, maka dapat dihitung jari-jari hidrolis (R) pada saat V min,

$$a/b = 0,5D - d / 1/2 D = 0,0473 / 0,055 = 0,86$$

$$\alpha = 2 \times a \cos a/b = 2 \times a \cos 0,86 = 2 \times 30,68 = 61,36$$

$$\beta = 360^\circ - \alpha = 298,64$$

Luas juring

$$= \frac{\beta}{360} \times \pi r^2 = \frac{298,64}{360} \times 3,14 \times 0,055^2 = 0,0079 \text{ m}^2$$

Keliling juring

$$= \frac{\beta}{360} \times \pi D = \frac{298,64}{360} \times 3,14 \times 0,110 = 0,2865 \text{ m}$$

Luas segitiga

$$\begin{aligned} &= 2 \times \frac{1}{2} \times \left(\sqrt{\left(\frac{1}{2}D\right)^2 - \left(\frac{1}{2}D - d\right)^2} \right) \times \left(\frac{1}{2}D - d\right) \\ &= \left(\sqrt{0,055^2 - 0,0473^2} \right) \times 0,0473 \\ &= 0,0013 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas basah (A)

$$\begin{aligned} &= \text{Luas lingkaran} - \text{luas juring} - \text{luas segitiga} \\ &= 0,0095 - 0,0079 - 0,0013 \\ &= 0,0003 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Keliling basah (P)

= Keliling lingkaran – keliling juring

$$= 0,3454 - 0,2865$$

$$= 0,0589 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R)

$$= \frac{A}{P} = \frac{0,0003}{0,0589} = 0,005$$

Maka dapat dihitung V min dengan rumus berikut,

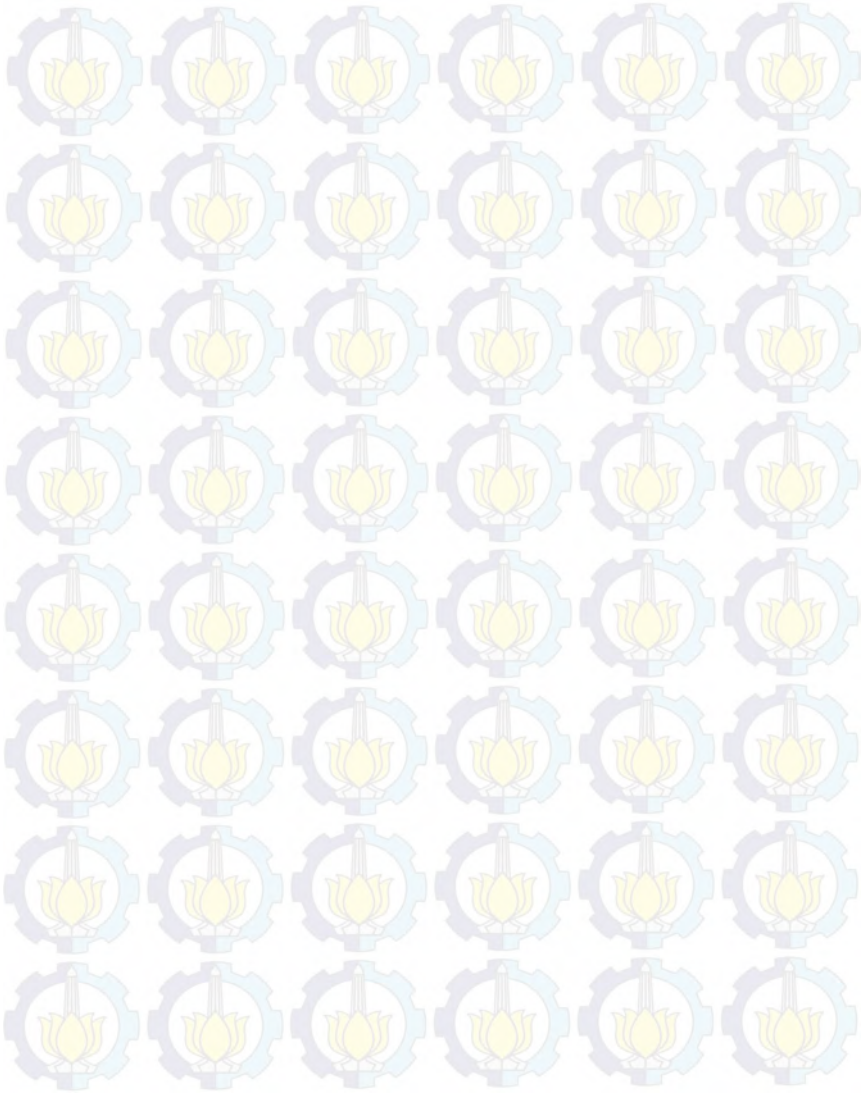
$$V \text{ min hitungan} = \frac{1}{n} \times R^{0,667} \times S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,009} \times 0,005^{0,667} \times 0,02^{1/2}$$

$$= 0,456 \text{ m/detik (memenuhi kriteria)}$$

Perhitungan diameter pipa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 hingga Tabel 5.5.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Tabel 5. 3 Dimensi Pipa Air Limbah

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa (m)	Elevasi medan		Δh	Slope medan	Slope rancang	Q peak (m ³ /s)	d/D	Q peak / Q full	Q full m ³ /s	n	D		
				Awal	Akhir									m	mm	m
1	s1-L1	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
2	L1-L2	lateral	13	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,016	110	0,11
3	s2-L2	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
4	L2-L3	lateral	26	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
5	L3-L4	lateral	7	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
6	s3-L4	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
7	L4-L5	lateral	7	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,024	110	0,11
8	s4-L5	service	17	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
9	L5-L6	lateral	6	7	7	0	0	0,02	0,0004	0,8	0,975	0,0004	0,009	0,028	110	0,11
10	s5-L6	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
11	L6-L7	lateral	10	7	7	0	0	0,02	0,0004	0,8	0,975	0,0004	0,009	0,030	110	0,11
12	s6-L7	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
13	L7-L8	lateral	5	7	7	0	0	0,02	0,0005	0,8	0,975	0,0005	0,009	0,032	110	0,11
14	s7-L8	service	16	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
15	L8-L9	lateral	11	7	7	0	0	0,02	0,0006	0,8	0,975	0,0006	0,009	0,035	110	0,11
16	s8-L9	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
17	L9-L10	lateral	26	7	7	0	0	0,02	0,0007	0,8	0,975	0,0007	0,009	0,036	110	0,11
18	L10-L11	lateral	6	7	7	0	0	0,02	0,0007	0,8	0,975	0,0007	0,009	0,036	110	0,11
19	s9-L11	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
20	L11-L12	lateral	17	7	7	0	0	0,02	0,0008	0,8	0,975	0,0008	0,009	0,038	110	0,11
21	s10-L12	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
22	L12-L13	lateral	16	7	6,6	0,4	0,025	0,02	0,0009	0,8	0,975	0,0009	0,009	0,039	110	0,11
23	s11-L13	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
24	L13-L14	lateral	16	6,6	6,2	0,4	0,025	0,02	0,0010	0,8	0,975	0,0010	0,009	0,041	110	0,11
25	s12-L14	service	1	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
26	L14-L15	lateral	7	6,2	6	0,2	0,029	0,02	0,0011	0,8	0,975	0,0011	0,009	0,042	110	0,11
27	s13-L17	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
28	L17-L18	lateral	9	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,016	110	0,11
29	s14-L18	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
30	L18-L19	lateral	5	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
31	L19-L20	lateral	10	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
32	s15-L20	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
33	L20-L21	lateral	8	7	7	0	0	0,02	0,0003	0,8	0,975	0,0003	0,009	0,026	110	0,11
34	s16-L21	service	15	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
35	L21-L22	lateral	7	6,9	6,8	0,1	0,014	0,02	0,0004	0,8	0,975	0,0004	0,009	0,029	110	0,11
36	s17-L22	service	3	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
37	s18-L22	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
38	L22-L23	lateral	13	6,8	6,6	0,2	0,015	0,02	0,0006	0,8	0,975	0,0006	0,009	0,034	110	0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa	Elevasi medan		Δh	Slope medan	Slope rancang	Q peak (m³/s)	d/D	Q peak / Q full	Q full	n	D		D terpasang
			(m)	Awal	Akhir							m³/s		m	mm	
39	s19-L23	service	3	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
40	s20-L23	service	20	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
41	L23-L24	lateral	5	6,6	6,5	0,1	0,02	0,02	0,0008	0,8	0,975	0,0008	0,009	0,039	110	0,11
42	s21-L24	service	1	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
43	L24-L25	lateral	7	6,5	6,47	0,03	0,004	0,02	0,0009	0,8	0,975	0,0009	0,009	0,040	110	0,11
44	s22-L25	service	3	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
45	s23-L25	service	1	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
46	L25-L15	lateral	24	6,47	6,1	0,37	0,015	0,02	0,0011	0,8	0,975	0,0011	0,009	0,043	110	0,11
47	L15-L16	lateral	11	6,1	6	0,1	0,009	0,02	0,0021	0,8	0,975	0,0022	0,009	0,055	110	0,11
48	s26-L26	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
49	L26-L27	lateral	13	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,016	110	0,11
50	s27-L27	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
51	L27-L28	lateral	8	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
52	s34-L35	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
53	L35-L36	lateral	19	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,019	110	0,11
54	s35-L36	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
55	L36-L28	lateral	20	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,023	110	0,11
56	L28-L29	lateral	23	7	7	0	0	0,02	0,0004	0,8	0,975	0,0004	0,009	0,028	110	0,11
57	s28-L29	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
58	s29-L29	service	3	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
59	L29-L30	lateral	12	7	7	0	0	0,02	0,0006	0,8	0,975	0,0006	0,009	0,034	110	0,11
60	s30-L30	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
61	L30-L31	lateral	9	7	7	0	0	0,02	0,0007	0,8	0,975	0,0007	0,009	0,036	110	0,11
62	s31-L31	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
63	L31-L32	lateral	9	7	7	0	0	0,02	0,0008	0,8	0,975	0,0008	0,009	0,038	110	0,11
64	s32-L32	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
65	L32-L33	lateral	20	7	7	0	0	0,02	0,0009	0,8	0,975	0,0009	0,009	0,039	110	0,11
66	s36-L37	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
67	L37-L38	lateral	13	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,016	110	0,11
68	s37-L38	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
69	L38-L39	lateral	8	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,021	110	0,11
70	s38-L39	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
71	L39-L40	lateral	8	7	7	0	0	0,02	0,0002	0,8	0,975	0,0002	0,009	0,024	110	0,11
72	s39-L40	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
73	L40-L41	lateral	5	7	7	0	0	0,02	0,0003	0,8	0,975	0,0003	0,009	0,027	110	0,11
74	s40-L41	service	20	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
75	L41-L42	lateral	5	7	7	0	0	0,02	0,0004	0,8	0,975	0,0004	0,009	0,030	110	0,11
76	s41-L42	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
77	L42-L43	lateral	14	7	7	0	0	0,02	0,0005	0,8	0,975	0,0005	0,009	0,032	110	0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa (m)	Elevasi medan		Δh	Slope medan	Slope rancang	Q peak (m ³ /s)	d/D	Q peak / Q full	Q full m ³ /s	n	D m	D terpasang	
				Awal	Akhir										mm	m
78	s42-L43	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
79	L43-L44	lateral	6	7	7	0	0	0,02	0,0006	0,8	0,975	0,0006	0,009	0,034	110	0,11
80	L44-L45	lateral	27	7	7	0	0	0,02	0,0006	0,8	0,975	0,0006	0,009	0,034	110	0,11
81	s43-L45	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
82	L45-L46	lateral	13	7	7	0	0	0,02	0,0007	0,8	0,975	0,0007	0,009	0,036	110	0,11
83	s44-L46	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
84	L46-L47	lateral	12	7	7	0	0	0,02	0,0007	0,8	0,975	0,0008	0,009	0,037	110	0,11
85	s45-L47	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
86	L47-L48	lateral	10	7	6,9	0,1	0,01	0,02	0,0008	0,8	0,975	0,0008	0,009	0,039	110	0,11
87	s46-L48	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
88	L48-L49	lateral	13	7	7	0	0	0,02	0,0009	0,8	0,975	0,0009	0,009	0,040	110	0,11
89	s47-L49	service	1	7	7	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
90	L49-L33	lateral	12	6,7	6,5	0,2	0,017	0,02	0,0010	0,8	0,975	0,0010	0,009	0,041	110	0,11
91	L33-L34	lateral	6	6,5	6,4	0,1	0,017	0,02	0,0018	0,8	0,975	0,0019	0,009	0,052	110	0,11
92	s33-L34	service	1	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,017	110	0,11
93	L34-L16	lateral	26	6	6	0	0	0,02	0,0019	0,8	0,975	0,0020	0,009	0,053	110	0,11
94	s24-L16	service	1	6	6	0	0	0,02	0,0001	0,8	0,975	0,0001	0,009	0,020	110	0,11
95	L16-L50	induk	1	6	6	0	0	0,02	0,0042	0,8	0,975	0,0043	0,009	0,071	160	0,16
96	L50-SP	induk	4	6	6	0	0	0,02	0,0042	0,8	0,975	0,0043	0,009	0,071	160	0,16

Tabel 5. 4 Dimensi Pipa Air Limbah (Lanjutan 2)

1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25
No	Saluran	Jenis Saluran	Q full check m ³ /s	A full m ²	Vfull m/s	Q Min m ³ /s	Q min/Qfull check	d min / D full cek	V min/V full check	V min m/s
1	s1-L1	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
2	L1-L2	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
3	s2-L2	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
4	L2-L3	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
5	L3-L4	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
6	s3-L4	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
7	L4-L5	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000007	0,0005	0,07	0,35	0,501
8	s4-L5	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
9	L5-L6	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000011	0,0008	0,07	0,35	0,501
10	s5-L6	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
11	L6-L7	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000014	0,0010	0,07	0,35	0,501
12	s6-L7	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
13	L7-L8	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000017	0,0012	0,07	0,35	0,501
14	s7-L8	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501

1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25
No	Saluran	Jenis Saluran	Q full check m ³ /s	A full m ²	Vfull m/s	Q Min m ³ /s	Q min/Qfull check	d min / D full cek	V min/V full check	V min m/s
15	L8-L9	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000021	0,0016	0,07	0,35	0,501
16	s8-L9	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
17	L9-L10	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000025	0,0018	0,07	0,35	0,501
18	L10-L11	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000025	0,0018	0,07	0,35	0,501
19	s9-L11	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
20	L11-L12	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000028	0,0021	0,07	0,35	0,501
21	s10-L12	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
22	L12-L13	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000031	0,0023	0,07	0,35	0,501
23	s11-L13	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
24	L13-L14	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000037	0,0027	0,07	0,35	0,501
25	s12-L14	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
26	L14-L15	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000040	0,0030	0,07	0,35	0,501
27	s13-L17	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
28	L17-L18	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
29	s14-L18	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
30	L18-L19	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
31	L19-L20	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
32	s15-L20	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
33	L20-L21	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000008	0,0006	0,07	0,35	0,501
34	s16-L21	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
35	L21-L22	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000012	0,0009	0,07	0,35	0,501
36	s17-L22	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
37	s18-L22	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
38	L22-L23	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000020	0,0015	0,07	0,35	0,501
39	s19-L23	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
40	s20-L23	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
41	L23-L24	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000030	0,0022	0,07	0,35	0,501
42	s21-L24	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
43	L24-L25	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000033	0,0024	0,07	0,35	0,501
44	s22-L25	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
45	s23-L25	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
46	L25-L15	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000042	0,0031	0,07	0,35	0,501
47	L15-L16	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000094	0,0069	0,08	0,35	0,501
48	s26-L26	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
49	L26-L27	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
50	s27-L27	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
51	L27-L28	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
52	s34-L35	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
53	L35-L36	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
54	s35-L36	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501

1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25
No	Saluran	Jenis Saluran	Q full check m³/s	A full m²	Vfull m/s	Q Min m³/s	Q min/Qfull check	d min / D full cek	V min/V full check	V min m/s
55	L36-L28	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000005	0,0004	0,07	0,35	0,501
56	L28-L29	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000011	0,0008	0,07	0,35	0,501
57	s28-L29	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
58	s29-L29	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
59	L29-L30	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000020	0,0015	0,07	0,35	0,501
60	s30-L30	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
61	L30-L31	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000023	0,0017	0,07	0,35	0,501
62	s31-L31	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
63	L31-L32	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000028	0,0021	0,07	0,35	0,501
64	s32-L32	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
65	L32-L33	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000031	0,0023	0,07	0,35	0,501
66	s36-L37	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
67	L37-L38	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
68	s37-L38	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
69	L38-L39	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000004	0,0003	0,07	0,35	0,501
70	s38-L39	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
71	L39-L40	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000007	0,0005	0,07	0,35	0,501
72	s39-L40	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
73	L40-L41	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000009	0,0007	0,07	0,35	0,501
74	s40-L41	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501
75	L41-L42	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000014	0,0010	0,07	0,35	0,501
76	s41-L42	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
77	L42-L43	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000017	0,0012	0,07	0,35	0,501
78	s42-L43	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
79	L43-L44	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000020	0,0015	0,07	0,35	0,501
80	L44-L45	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000020	0,0015	0,07	0,35	0,501
81	s43-L45	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
82	L45-L46	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000023	0,0017	0,07	0,35	0,501
83	s44-L46	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
84	L46-L47	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000026	0,0019	0,07	0,35	0,501
85	s45-L47	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
86	L47-L48	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000030	0,0022	0,07	0,35	0,501
87	s46-L48	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
88	L48-L49	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000033	0,0024	0,07	0,35	0,501
89	s47-L49	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
90	L49-L33	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000037	0,0027	0,07	0,35	0,501
91	L33-L34	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000078	0,0058	0,08	0,35	0,501
92	s33-L34	service	0,014	0,009	1,431	0,000002	0,0001	0,07	0,35	0,501
93	L34-L16	lateral	0,014	0,009	1,431	0,000082	0,0060	0,08	0,35	0,501
94	s24-L16	service	0,014	0,009	1,431	0,000003	0,0002	0,07	0,35	0,501

1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25
No	Saluran	Jenis Saluran	Q full check m ³ /s	A full m ²	Vfull m/s	Q Min m ³ /s	Q min/Qfull check	d min / D full cek	V min/V full check	V min m/s
95	L16-L50	induk	0,037	0,020	1,838	0,000210	0,0057	0,08	0,35	0,643
96	L50-SP	induk	0,037	0,020	1,838	0,000210	0,0057	0,08	0,35	0,643

Tabel 5. 5 Dimensi Pipa Air Limbah (Lanjutan 3)

1	2	3	16	17	26	27	28	29	30	31	32
No	Saluran	Jenis Saluran	D terpasang		Luas Juring	Keliling Juring	Luas Segitiga	P (Keliling Basah)	A (Luas Basah)	R	V min hit
			mm	m	m ²	m	m ²	m	m ²		m/s
1	s1-L1	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
2	L1-L2	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
3	s2-L2	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
4	L2-L3	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
5	L3-L4	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
6	s3-L4	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
7	L4-L5	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
8	s4-L5	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
9	L5-L6	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
10	s5-L6	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
11	L6-L7	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
12	s6-L7	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
13	L7-L8	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
14	s7-L8	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
15	L8-L9	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
16	s8-L9	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
17	L9-L10	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
18	L10-L11	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
19	s9-L11	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
20	L11-L12	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
21	s10-L12	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
22	L12-L13	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
23	s11-L13	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
24	L13-L14	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
25	s12-L14	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
26	L14-L15	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
27	s13-L17	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
28	L17-L18	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
29	s14-L18	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
30	L18-L19	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
31	L19-L20	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456

1	2	3	16	17	26	27	28	29	30	31	32
No	Saluran	Jenis Saluran	D terpasang		Luas Juring	Keliling Juring	Luas Segitiga	P (Keliling Basah)	A (Luas Basah)	R	V min hit
			mm	m	m ²	m	m ²	m	m ²		m/s
32	s15-L20	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
33	L20-L21	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
34	s16-L21	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
35	L21-L22	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
36	s17-L22	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
37	s18-L22	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
38	L22-L23	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
39	s19-L23	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
40	s20-L23	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
41	L23-L24	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
42	s21-L24	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
43	L24-L25	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
44	s22-L25	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
45	s23-L25	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
46	L25-L15	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
47	L15-L16	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
48	s26-L26	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
49	L26-L27	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
50	s27-L27	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
51	L27-L28	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
52	s34-L35	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
53	L35-L36	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
54	s35-L36	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
55	L36-L28	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
56	L28-L29	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
57	s28-L29	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
58	s29-L29	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
59	L29-L30	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
60	s30-L30	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
61	L30-L31	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
62	s31-L31	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
63	L31-L32	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
64	s32-L32	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
65	L32-L33	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
66	s36-L37	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
67	L37-L38	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
68	s37-L38	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
69	L38-L39	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
70	s38-L39	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456

1	2	3	16	17	26	27	28	29	30	31	32
No	Saluran	Jenis Saluran	D terpasang		Luas Juring	Keliling Juring	Luas Segitiga	P (Keliling Basah)	A (Luas Basah)	R	V min hit
			mm	m	m ²	m	m ²	m	m ²		m/s
71	L39-L40	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
72	s39-L40	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
73	L40-L41	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
74	s40-L41	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
75	L41-L42	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
76	s41-L42	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
77	L42-L43	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
78	s42-L43	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
79	L43-L44	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
80	L44-L45	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
81	s43-L45	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
82	L45-L46	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
83	s44-L46	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
84	L46-L47	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
85	s45-L47	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
86	L47-L48	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
87	s46-L48	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
88	L48-L49	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
89	s47-L49	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
90	L49-L33	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
91	L33-L34	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
92	s33-L34	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
93	L34-L16	lateral	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
94	s24-L16	service	110	0,11	0,0079	0,2865	0,0013	0,0589	0,0003	0,005	0,456
95	L16-L50	induk	160	0,16	0,0167	0,4168	0,0031	0,0856	0,0004	0,004	0,419
96	L50-SP	induk	160	0,16	0,0167	0,4168	0,0031	0,0856	0,0004	0,004	0,419

5.3.5 Penanaman Pipa

Penanaman pipa mengikuti slope pipa yang telah ditentukan sebelumnya. Perhitungan penanaman pipa digunakan untuk mengetahui kedalaman galian pipa air limbah yang akan dipasang. Kedalaman peletakkan pipa adalah minimal 0,2 m. Hal ini diperlukan untuk perlindungan pipa dari beban di atasnya atau gangguan lain (Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, 2013). Berikut adalah contoh perhitungan penanaman pipa servis s1 – L1,

- Muka tanah
Elevasi tanah awal = 7 m
Elevasi tanah akhir = 7 m
- Pipa L1 – L2
Panjang pipa (L) = 1 m
Slope pipa = 0,02
Diameter luar pipa = 0,114 m
Headloss = slope pipa x L
= 0,02 x 1 m
= 0,02 m
- Kedalaman pipa awal = 0,5 m
- Elevasi awal pipa
Atas = Elevasi tanah awal – Kedalaman pipa awal
= 7 – 0,5
= 6,5 m
Bawah = Elevasi atas awal pipa – Diameter pipa
= 6,5 – 0,114
= 6,386 m
- Elevasi akhir pipa
Atas = Elevasi atas awal pipa – headloss
= 6,5 – 0,02
= 6,48 m
Bawah = Elevasi atas akhir pipa - Diameter pipa
= 6,48 – 0,114
= 6,366 m
- Kedalaman penanaman
Awal = Elevasi tanah awal – Elevasi bawah awal pipa
= 7 – 6,386

$$\begin{aligned}
 &= 0,614 \text{ m} \\
 \text{Akhir} &= \text{Elevasi tanah akhir} - \text{Elevasi bawah akhir} \\
 \text{pipa} &= 7 - 6,366 \\
 &= 0,634 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk penanaman pipa lateral L1 – L2, tahap perhitungan yang dilakukan sama seperti contoh perhitungan sebelumnya. Hal yang membedakan adalah penentuan elevasi awal pipa bagian atas yang disamakan dengan elevasi akhir pipa bagian atas pipa servis s1 – L1. Perhitungan penanaman pipa servis s2 – L2 atau pipa servis yang bukan awal dari SPAL, dalam penentuan elevasi akhir pipa bagian atas mengikuti elevasi awal pipa bagian atas pipa lateral setelahnya. Penentuan elevasi akhir pipa bagian atas pada pipa servis tersebut bukan hasil pengurangan dari elevasi atas awal pipa dengan headloss. Jadi pada elevasi awal pipa bagian atas pipa servis s2 – L2 mengikuti elevasi awal pipa bagian atas pipa lateral L2 – L3. Hasil perhitungan penanaman pipa dapat dilihat pada Tabel 5.6.

5.3.6 Profil Hidrolis

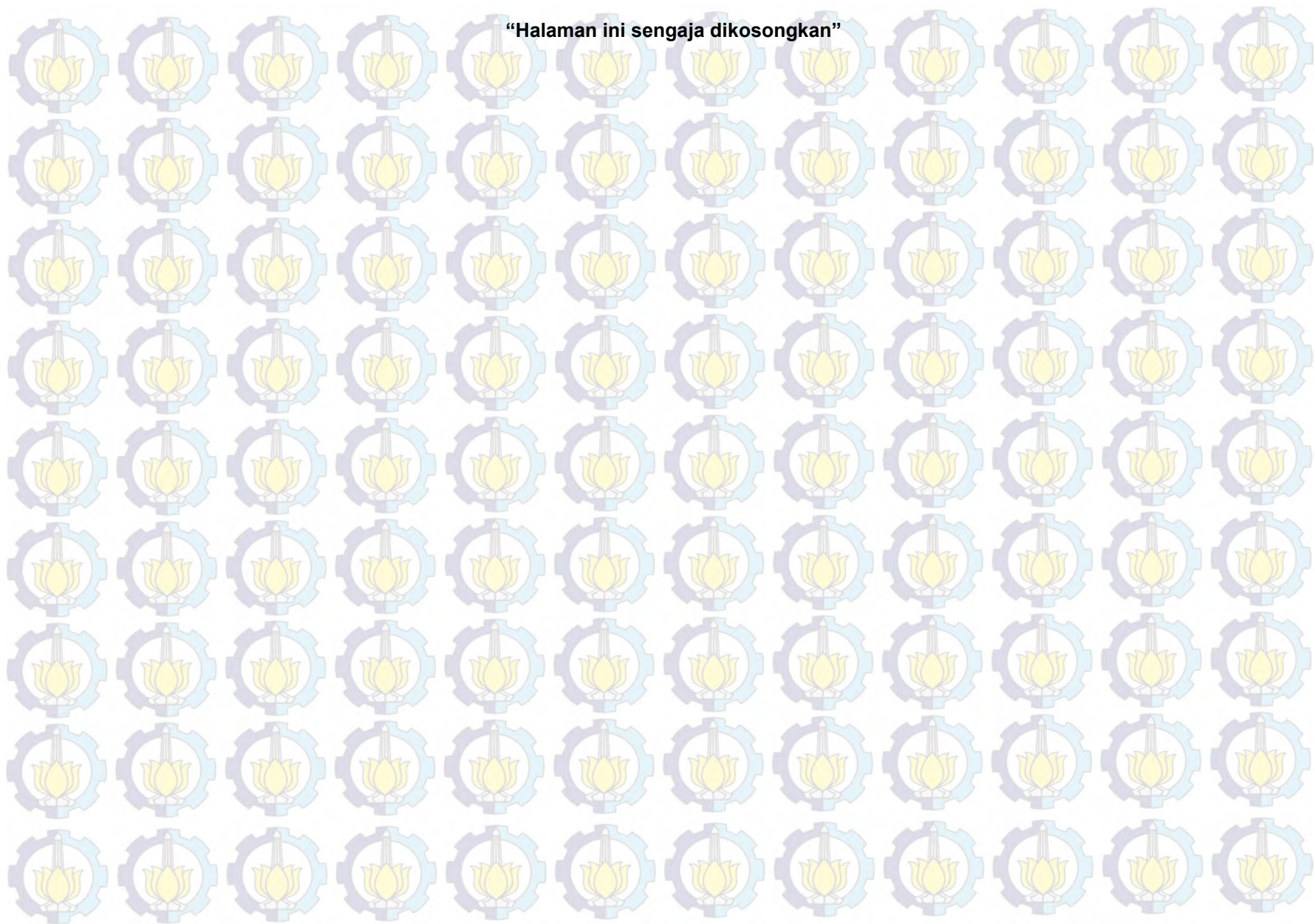
Profil hidrolis yang digambar pada perencanaan ini adalah profil hidrolis pipa lateral dan induk. Data yang tercantum dalam profil hidrolis adalah panjang pipa, diameter pipa, elevasi tanah, elevasi atas pipa, elevasi bawah pipa, slope, dan *Hydraulic Grade Line* (HGL). HGL pada profil hidrolis saluran terbuka adalah sama dengan ketinggian air dalam pipa. Ketinggian air dalam pipa yang digambar adalah saat kondisi *peak*. Gambar profil hidrolis dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5. 6 Penanaman Pipa Air Limbah

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa m	Elevasi tanah		Slope medan	Slope rancang	Head loss	D luar pipa m	Elevasi awal pipa		Elevasi akhir pipa		Kedalaman penanaman	
				Awal	Akhir					Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
1	s1-L1	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,48	6,366	0,614	0,634
2	L1-L2	lateral	13	7	7	0	0,02	0,26	0,114	6,48	6,366	6,22	6,106	0,634	0,894
3	s2-L2	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,22	6,106	0,614	0,894
4	L2-L3	lateral	26	7	7	0	0,02	0,52	0,114	6,22	6,106	5,7	5,586	0,894	1,414
5	L3-L4	lateral	7	7	7	0	0,02	0,14	0,114	5,7	5,586	5,56	5,446	1,414	1,554
6	s3-L4	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,56	5,446	0,614	1,554
7	L4-L5	lateral	7	7	7	0	0,02	0,14	0,114	5,56	5,446	5,42	5,306	1,554	1,694
8	s4-L5	service	17	7	7	0	0,02	0,34	0,114	6	5,886	5,42	5,306	1,114	1,694
9	L5-L6	lateral	6	7	7	0	0,02	0,12	0,114	5,42	5,306	5,3	5,186	1,694	1,814
10	s5-L6	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,3	5,186	0,614	1,814
11	L6-L7	lateral	10	7	7	0	0,02	0,2	0,114	5,3	5,186	5,1	4,986	1,814	2,014
12	s6-L7	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,1	4,986	0,614	2,014
13	L7-L8	lateral	5	7	7	0	0,02	0,1	0,114	5,1	4,986	5	4,886	2,014	2,114
14	s7-L8	service	16	7	7	0	0,02	0,32	0,114	6,5	6,386	5	4,886	0,614	2,114
15	L8-L9	lateral	11	7	7	0	0,02	0,22	0,114	5	4,886	4,78	4,666	2,114	2,334
16	s8-L9	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,78	4,666	0,614	2,334
17	L9-L10	lateral	26	7	7	0	0,02	0,52	0,114	4,78	4,666	4,26	4,146	2,334	2,854
18	L10-L11	lateral	6	7	7	0	0,02	0,12	0,114	4,26	4,146	4,14	4,026	2,854	2,974
19	s9-L11	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,14	4,026	0,614	2,974
20	L11-L12	lateral	17	7	7	0	0,02	0,34	0,114	4,14	4,026	3,8	3,686	2,974	3,314
21	s10-L12	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	3,8	3,686	0,614	3,314
22	L12-L13	lateral	16	7	6,6	0,025	0,02	0,32	0,114	3,8	3,686	3,48	3,366	3,314	3,234
23	s11-L13	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	3,48	3,366	0,614	3,634
24	L13-L14	lateral	16	6,6	6,2	0,025	0,02	0,32	0,114	3,48	3,366	3,16	3,046	3,234	3,154
25	s12-L14	service	1	6	6	0	0,02	0,02	0,114	5,5	5,386	3,16	3,046	0,614	2,954
26	L14-L15	lateral	7	6,2	6	0,029	0,02	0,14	0,114	3,16	3,046	3,02	2,906	3,154	3,094
27	s13-L17	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,48	6,366	0,614	0,634
28	L17-L18	lateral	9	7	7	0	0,02	0,18	0,114	6,48	6,366	6,3	6,186	0,634	0,814
29	s14-L18	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,3	6,186	0,614	0,814
30	L18-L19	lateral	5	7	7	0	0,02	0,1	0,114	6,3	6,186	6,2	6,086	0,814	0,914
31	L19-L20	lateral	10	7	7	0	0,02	0,2	0,114	6,2	6,086	6	5,886	0,914	1,114
32	s15-L20	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6	5,886	0,614	1,114
33	L20-L21	lateral	8	7	7	0	0,02	0,16	0,114	6	5,886	5,84	5,726	1,114	1,274
34	s16-L21	service	15	7	7	0	0,02	0,3	0,114	6,5	6,386	5,84	5,726	0,614	1,274
35	L21-L22	lateral	7	6,9	6,8	0,014	0,02	0,14	0,114	5,84	5,726	5,7	5,586	1,174	1,214
36	s17-L22	service	3	7	7	0	0,02	0,06	0,114	6,5	6,386	5,7	5,586	0,614	1,414
37	s18-L22	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,7	5,586	0,614	1,414
38	L22-L23	lateral	13	6,8	6,6	0,015	0,02	0,26	0,114	5,7	5,586	5,44	5,326	1,214	1,274
39	s19-L23	service	3	7	7	0	0,02	0,06	0,114	6,5	6,386	5,44	5,326	0,614	1,674

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa	Elevasi tanah		Slope medan	Slope rancang	Head loss	D luar pipa	Elevasi awal pipa		Elevasi akhir pipa		Kedalaman penanaman	
			m	Awal	Akhir					Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
40	s20-L23	service	20	7	7	0	0,02	0,4	0,114	6,5	6,386	5,44	5,326	0,614	1,674
41	L23-L24	lateral	5	6,6	6,5	0,02	0,02	0,1	0,114	5,44	5,326	5,34	5,226	1,274	1,274
42	s21-L24	service	1	6	6	0	0,02	0,02	0,114	5,5	5,386	5,34	5,226	0,614	0,774
43	L24-L25	lateral	7	6,5	6,47	0,004	0,02	0,14	0,114	5,34	5,226	5,2	5,086	1,274	1,384
44	s22-L25	service	3	6	6	0	0,02	0,06	0,114	5,5	5,386	5,2	5,086	0,614	0,914
45	s23-L25	service	1	6	6	0	0,02	0,02	0,114	5,5	5,386	5,2	5,086	0,614	0,914
46	L25-L15	lateral	24	6,47	6,1	0,015	0,02	0,48	0,114	5,2	5,086	4,72	4,606	1,384	1,494
47	L15-L16	lateral	11	6,1	6	0,009	0,02	0,22	0,114	4,72	4,606	4,5	4,386	1,494	1,614
48	s26-L26	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,48	6,366	0,614	0,634
49	L26-L27	lateral	13	7	7	0	0,02	0,26	0,114	6,48	6,366	6,22	6,106	0,634	0,894
50	s27-L27	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,22	6,106	0,614	0,894
51	L27-L28	lateral	8	7	7	0	0,02	0,16	0,114	6,22	6,106	6,06	5,946	0,894	1,054
52	s34-L35	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,48	6,366	0,614	0,634
53	L35-L36	lateral	19	7	7	0	0,02	0,38	0,114	6,48	6,366	6,1	5,986	0,634	1,014
54	s35-L36	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,1	5,986	0,614	1,014
55	L36-L28	lateral	20	7	7	0	0,02	0,4	0,114	6,1	5,986	5,7	5,586	1,014	1,414
56	L28-L29	lateral	23	7	7	0	0,02	0,46	0,114	5,7	5,586	5,24	5,126	1,414	1,874
57	s28-L29	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,24	5,126	0,614	1,874
58	s29-L29	service	3	7	7	0	0,02	0,06	0,114	6,5	6,386	5,24	5,126	0,614	1,874
59	L29-L30	lateral	12	7	7	0	0,02	0,24	0,114	5,24	5,126	5	4,886	1,874	2,114
60	s30-L30	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5	4,886	0,614	2,114
61	L30-L31	lateral	9	7	7	0	0,02	0,18	0,114	5	4,886	4,82	4,706	2,114	2,294
62	s31-L31	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,82	4,706	0,614	2,294
63	L31-L32	lateral	9	7	7	0	0,02	0,18	0,114	4,82	4,706	4,64	4,526	2,294	2,474
64	s32-L32	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,64	4,526	0,614	2,474
65	L32-L33	lateral	20	7	7	0	0,02	0,4	0,114	4,64	4,526	4,24	4,126	2,474	2,874
66	s36-L37	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,48	6,366	0,614	0,634
67	L37-L38	lateral	13	7	7	0	0,02	0,26	0,114	6,48	6,366	6,22	6,106	0,634	0,894
68	s37-L38	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,22	6,106	0,614	0,894
69	L38-L39	lateral	8	7	7	0	0,02	0,16	0,114	6,22	6,106	6,06	5,946	0,894	1,054
70	s38-L39	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	6,06	5,946	0,614	1,054
71	L39-L40	lateral	8	7	7	0	0,02	0,16	0,114	6,06	5,946	5,9	5,786	1,054	1,214
72	s39-L40	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,9	5,786	0,614	1,214
73	L40-L41	lateral	5	7	7	0	0,02	0,1	0,114	5,9	5,786	5,8	5,686	1,214	1,314
74	s40-L41	service	20	7	7	0	0,02	0,4	0,114	6,5	6,386	5,8	5,686	0,614	1,314
75	L41-L42	lateral	5	7	7	0	0,02	0,1	0,114	5,8	5,686	5,7	5,586	1,314	1,414
76	s41-L42	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,7	5,586	0,614	1,414
77	L42-L43	lateral	14	7	7	0	0,02	0,28	0,114	5,7	5,586	5,42	5,306	1,414	1,694
78	s42-L43	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	5,42	5,306	0,614	1,694
79	L43-L44	lateral	6	7	7	0	0,02	0,12	0,114	5,42	5,306	5,3	5,186	1,694	1,814

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa m	Elevasi tanah		Slope medan	Slope rancang	Head loss	D luar pipa m	Elevasi awal pipa		Elevasi akhir pipa		Kedalaman penanaman	
				Awal	Akhir					Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
80	L44-L45	lateral	27	7	7	0	0,02	0,54	0,114	5,3	5,186	4,76	4,646	1,814	2,354
81	s43-L45	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,76	4,646	0,614	2,354
82	L45-L46	lateral	13	7	7	0	0,02	0,26	0,114	4,76	4,646	4,5	4,386	2,354	2,614
83	s44-L46	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,5	4,386	0,614	2,614
84	L46-L47	lateral	12	7	7	0	0,02	0,24	0,114	4,5	4,386	4,26	4,146	2,614	2,854
85	s45-L47	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,26	4,146	0,614	2,854
86	L47-L48	lateral	10	7	6,9	0,01	0,02	0,2	0,114	4,26	4,146	4,06	3,946	2,854	2,954
87	s46-L48	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	4,06	3,946	0,614	3,054
88	L48-L49	lateral	13	7	7	0	0,02	0,26	0,114	4,06	3,946	3,8	3,686	3,054	3,314
89	s47-L49	service	1	7	7	0	0,02	0,02	0,114	6,5	6,386	3,8	3,686	0,614	3,314
90	L49-L33	lateral	12	6,7	6,5	0,017	0,02	0,24	0,114	3,8	3,686	3,56	3,446	3,014	3,054
91	L33-L34	lateral	6	6,5	6,4	0,017	0,02	0,12	0,114	3,56	3,446	3,44	3,326	3,054	3,074
92	s33-L34	service	1	6	6	0	0,02	0,02	0,114	5,5	5,386	3,44	3,326	0,614	2,674
93	L34-L16	lateral	26	6	6	0	0,02	0,52	0,114	3,44	3,326	2,92	2,806	2,674	3,194
94	s24-L16	service	1	6	6	0	0,02	0,02	0,114	5,5	5,386	2,92	2,806	0,614	3,194
95	L16-L50	induk	1	6	6	0	0,02	0,02	0,165	2,92	2,755	2,9	2,735	3,245	3,265
96	L50-SP	induk	4	6	6	0	0,02	0,08	0,165	2,9	2,735	2,82	2,655	3,265	3,345



5.4 Perencanaan Bangunan Pelengkap

5.4.1 Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul digunakan sebagai wadah pengumpulan air limbah sebelum dipompa menuju ABR. Pemompaan dilakukan karena penanaman pipa akhir menuju ABR terlalu dalam, yaitu sebesar 3,3 m. Kapasitas efektif sumur pengumpul sebaiknya tidak melebihi 10 menit pada desain rata-rata (Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, 2013). Hal ini juga untuk mencegah terjadinya pengendapan pada unit sumur pengumpul.

Diketahui:

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 421,15 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,00487 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Direncanakan:

$$\begin{aligned} T_d &= 10 \text{ menit} &= 600 \text{ detik} \\ \text{Kedalaman sumur} &= 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Sumur Pengumpul

$$\begin{aligned} \text{Volume sumur} &= Q \times t_d \\ &= 0,00487 \text{ m}^3/\text{detik} \times 600 \text{ detik} = 2,92 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Luas (A) sumur} = \frac{\text{Volume}}{H} = \frac{2,92 \text{ m}^3}{4,5 \text{ m}} = 0,65 \text{ m}^2$$

Dimensi sumur pengumpul

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= \text{panjang} \times \text{lebar} = 2b \times b \\ 0,65 \text{ m}^2 &= 2b^2 \\ b \text{ (lebar)} &= 0,6 \text{ m} \\ l \text{ (panjang)} &= 1,2 \text{ m} \\ \text{kedalaman (h)} &= 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

5.4.2 Pompa

Pada perencanaan ini, pompa digunakan untuk memompa air dari sumur pengumpul ke ABR. Pompa mempunyai fungsi yang sangat penting dalam kelancaran proses pengolahan antara lain dapat menaikkan level muka air ke daerah yang lebih tinggi. Debit yang digunakan pada pemompaan ini adalah debit rata-rata.

Direncanakan:

Jumlah pompa = 1 buah
 V air pada pipa = 0,1 m/s
 Q pipa = 1,2 L/detik = 0,0012 m³/detik

Perhitungan:

Perhitungan diameter pipa discharge adalah sebagai berikut,

Q pipa discharge = 0,0012 m³/detik

$$A \text{ pipa discharge} = \frac{Q}{V} = \frac{0,0012}{0,1} = 0,012 \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter pipa} = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,012}{3,14}} = 0,124 \text{ m}$$

Berdasarkan referensi pipa yang didapat, diameter yang dipilih adalah 0,110 m atau 4".

$$V \text{ cek} = \frac{Q}{A} = \frac{0,0012}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} = \frac{0,0012}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,110^2} = 0,13 \text{ m/detik}$$

Headloss pompa

Head statis = 2,8 m

Panjang pipa discharge (Ldis) = 4,5 m

Diameter dalam pipa discharge = 110 mm

Mayor Losses

Hf discharge

$$= \left[\frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L$$

$$= \left[\frac{1,2}{0,00155 \times 140 \times 11^{2,63}} \right]^{1,85} \times 4,5$$

$$= 0,0009 \text{ m}$$

Hf mayor losses

= 0,0009 m

Minor Losses

Hfm belokan = 1 buah (k = 0,4)

$$k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 0,4 \times 0,0005 = 0,0002 \text{ m}$$

Hfm valve (1 buah, k = 0,3)

$$k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 0,3 \times 0,0005 = 0,00015 \text{ m}$$

$$H_f \text{ minor losses} = 0,0002 \text{ m} + 0,00015 \text{ m} = 0,00035 \text{ m}$$

Head kecepatan (Hv)

$$\text{Head kecepatan (Hv)} = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left(0,1 \frac{\text{m}}{\text{detik}}\right)^2}{2 \times 9,81} = 0,0005 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Hf total} &= \text{Head statis} + H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor} + \text{Head velocity} \\ &= 2,8 \text{ m} + 0,0009 \text{ m} + 0,00035 \text{ m} + 0,0005 \text{ m} \\ &= 2,801 \text{ m} \end{aligned}$$

Penentuan jenis pompa menggunakan software Webcaps Grundfos. Pompa yang digunakan untuk perencanaan ini adalah pompa *submersible wastewater*. Pompa yang sesuai untuk perencanaan ini adalah pompa tipe **S1.30.A40.134.4.50H.C.200.Q.EX.D**, yang memiliki debit maksimum 23,1 m³/jam dan head maksimum 17,4 m. Informasi lebih lengkap mengenai pompa dapat dilihat pada lampiran.

5.5 Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Limbah

5.5.1 Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah yang digunakan pada perencanaan ini adalah berdasarkan penelitian terdahulu. Kualitas air limbah *black water* diambil dari hasil penelitian di perumahan ITS Sukolilo Surabaya oleh Tangahu dan Warmadewanthi (2001), bahwa rata – rata karakteristik limbah rumah tangga adalah sebagai berikut:

- TSS = 480 mg/L
- BOD₅ = 195 mg/L
- COD = 290 mg/L

Sedangkan kualitas *grey water* diambil dari hasil Balai Lingkungan Permukiman (2005), bahwa rata – rata karakteristik limbah *grey water* adalah sebagai berikut:

- BOD₅ = 189 mg/L
- COD = 317 mg/L
- TSS = 200 mg/L

Pada perencanaan tangki septik hanya akan menggunakan kualitas air limbah *black water* karena menggunakan sistem terpisah. Sedangkan untuk perencanaan *anaerobic baffle reactor* menggunakan kualitas air limbah tercampur antara *black water* dan *grey water*. Komposisi air limbah domestik adalah terdiri dari 20% *black water* dan 80% *grey water* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2011). Penentuan kualitas air limbah tercampur menggunakan pendekatan rumus campuran konsentrasi air limbah. Rumus pendekatan yang digunakan adalah:

$$C_{\text{mix}} = \frac{(C_{\text{black}} \times Q_{\text{black}}) + (C_{\text{grey}} \times Q_{\text{grey}})}{Q_{\text{campuran}}}$$

Dimana,

C_{black} = Konsentrasi *black water* (mg/L)

C_{grey} = Konsentrasi *grey water* (mg/L)

Q_{campuran} = Debit *black water* dan *grey water* (L/hari)

= 80% dari pemakaian rata-rata air bersih

= 80% x 200 liter/orang.hari x 1 orang

= 160 liter/hari

Q_{black} = Debit *black water* (L/hari)

= 20% dari Q_{campuran}

= 32 liter/hari

Q_{grey} = Debit *grey water* (L/hari)

= 80% dari Q_{campuran}

= 128 liter/hari

Berikut adalah perhitungan kualitas air limbah tercampur,

$$\begin{aligned} \text{BOD mix} &= \frac{(C_{\text{black}} \times Q_{\text{black}}) + (C_{\text{grey}} \times Q_{\text{grey}})}{Q_{\text{campuran}}} \\ &= \frac{(195 \times 32) + (189 \times 128)}{160} \\ &= 187 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD mix} &= \frac{(C_{\text{black}} \times Q_{\text{black}}) + (C_{\text{grey}} \times Q_{\text{grey}})}{Q_{\text{campuran}}} \\ &= \frac{(290 \times 32) + (317 \times 128)}{160} \\ &= 312 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\text{TSS mix} = \frac{(C_{\text{black}} \times Q_{\text{black}}) + (C_{\text{grey}} \times Q_{\text{grey}})}{Q_{\text{campuran}}}$$

$$= \frac{(480 \times 32) + (200 \times 128)}{160}$$

$$= 256 \text{ mg/L}$$

5.5.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu effluen IPAL pada perencanaan ini menggunakan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 tentang baku mutu cair air limbah domestik yang ditunjukkan oleh Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD ₅	mg/l	30
COD	mg/l	50
TSS	mg/l	50
Minyak dan Lemak	mg/l	10
pH	-	6-9

5.5.3 Perhitungan *Anaerobic Baffled Reactor*

Perhitungan dimensi *anaerobic baffled reactor* (ABR) menggunakan literatur menurut Sasse (2009). Berikut adalah perhitungan unit pengolahan ABR,
Diketahui:

$$Q_{ave} = 102,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$COD_{inf} = 312 \text{ mg/L}$$

$$BOD_{inf} = 187 \text{ mg/L}$$

$$TSS_{inf} = 256 \text{ mg/L}$$

Direncanakan:

$$\text{Suhu pengolahan} = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Waktu pengaliran} = 24 \text{ jam}$$

$$\text{Pengurasan lumpur} = 24 \text{ bulan}$$

$$T_d \text{ tangki pengendap} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Rasio SS/COD} = 0,42 \text{ (0,35 – 0,45 untuk limbah domestik)}$$

$$\text{Organic loading rate} = < 3 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

Dihitung:

Operasi pengolahan pada reaktor ABR bersifat kontinyu, sehingga waktu pengaliran debitnya adalah 24 jam. Maka debit per jam yang masuk ke dalam reaktor adalah,

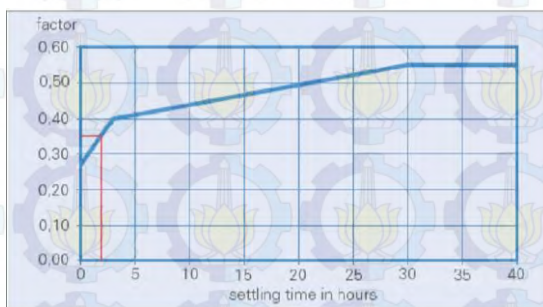
$$\begin{aligned}
 Q \text{ per jam} &= \frac{Q_{ave}}{\text{Waktu Pengaliran}} \\
 &= \frac{102,72 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 4,28 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

a. Faktor Removal COD dan BOD di Tangki Pengendap

Perkiraan presentase removal COD

$$= \frac{\text{rasio SS/COD}}{0,6} \times \text{faktor removal}$$

Faktor removal COD pada tangki pengendap didapat dari Gambar 5.17 yaitu grafik removal COD pada tangki pengendap. Waktu tinggal di tangki pengendap direncanakan selama 2 jam, maka didapatkan faktor removal COD sebesar 0,35.



Gambar 5. 17 Removal COD pada Tangki Pengendap

Sumber: Sasse, 2009

Perkiraan presentase removal COD

$$= \frac{0,42}{0,6} \times 0,35 = 24,5\% \approx 25\%$$

$$\text{COD eff} = (1 - 25\%) \times 312 \text{ mg/L} = 236 \text{ mg/L}$$

Perkiraan presentase removal BOD

$$= \text{Faktor penyisihan BOD}_5/\text{COD} \times \text{penyisihan COD}$$

Faktor removal BOD ditentukan berdasarkan Gambar 5.18 tentang grafik hubungan antara efisien removal COD dengan

efisien removal BOD. Removal COD didapatkan sebesar 25%, maka faktor removal BOD adalah 1,06.



Gambar 5. 18 Hubungan antara Efisiensi Removal COD dengan Efisiensi Removal BOD
Sumber: Sasse, 2009

Perkiraan presentase removal BOD

$$= 1,06 \times 25\% = 26\%$$

$$\text{BOD eff} = (1-26\%) \times 187 \text{ mg/L} = 138 \text{ mg/L}$$

b. Dimensi Tangki Pengendap

Laju akumulasi lumpur di tangki pengendap

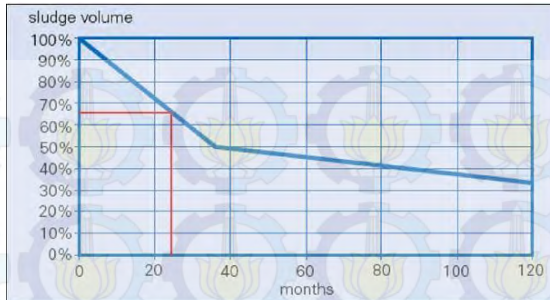
$$= 0,005 \text{ L lumpur/gram BOD tersisihkan} \times \text{sludge volume (\%)}$$

Sludge volume ditentukan berdasarkan Gambar 5.19 tentang grafik penurunan volume lumpur selama masa penyimpanan. Masa penyimpanan lumpur direncanakan selama 2 tahun, maka didapat *sludge volume* sebesar 65%.

Laju akumulasi lumpur di tangki pengendap

$$= 0,005 \text{ L lumpur/gram BOD tersisihkan} \times 65\%$$

$$= 0,0033 \text{ L lumpur/gram BOD tersisihkan}$$



Gambar 5. 19 Penurunan Volume Lumpur selama Masa Penyimpanan

Sumber: Sasse, 2009

Volume lumpur di tangki pengendap (*settler*)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Laju akumulasi lumpur} \times \frac{\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{eff}}}{1000} \times \text{masa penyimpanan} \\
 &\quad \text{lumpur} \times Q \\
 &= 0,0033 \frac{\text{L}}{\text{g}} \times \frac{187 - 138}{1000} \left(\frac{\text{g}}{\text{L}} \right) \times 24 \text{ bulan} \times 102,72 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times \\
 &\quad 30 \frac{\text{hari}}{\text{bulan}} \\
 &= 12,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume air = $Q \times \text{HRT}$

$$\begin{aligned}
 &= 102,72 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 2 \frac{\text{jam}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 8,56 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume tangki pengendap (*settler*)

$$\begin{aligned}
 &= \text{volume lumpur} + \text{volume air} \\
 &= 12,5 \text{ m}^3 + 8,56 \text{ m}^3 \\
 &= 21,06 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Lebar tangki pengendap (*settler*) = 2,5 m (ditentukan)

Kedalaman tangki pengendap (*settler*) = 2,5 m (ditentukan)

Panjang tangki pengendap (*settler*)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{lebar} \times \text{kedalaman}} = \frac{21,06}{2,5 \times 2,5} = 3,28 \text{ m} \approx 3,5 \text{ m}$$

Cek kecepatan air di tangki pengendap

$$= \frac{\text{Debit air limbah}}{\text{Panjang} \times \text{Lebar}} = \frac{4,28 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}}{3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{jam}}$$

c. Dimensi dan Jumlah Kompartemen

Kecepatan *up flow* = 1,5 m/jam (< 2 m/jam)

Jumlah kompartemen *up flow* = 6 buah (lebih dari 6 efisiensi removal tidak akan naik)

Kedalaman kompartemen *up flow* = 2,5 m (ditentukan)

Panjang kompartemen *up flow* = 50% x 2,5 m = 1,25 m

Luas permukaan satu kompartemen *up flow*

$$= \frac{\text{Debit air limbah}}{\text{Kecepatan up flow}} = \frac{4,28 \text{ m}^3/\text{jam}}{1,5 \text{ m}/\text{jam}} = 2,85 \text{ m}$$

Lebar satu kompartemen *up flow*

$$= \frac{\text{Luas permukaan satu kompartemen up flow}}{\text{Panjang kompartemen up flow}} \\ = \frac{2,85 \text{ m}^2}{1,25 \text{ m}} = 2,28 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}$$

Cek kecepatan *up flow*

$$= \frac{\text{Debit air limbah}}{\text{Panjang kompartemen} \times \text{Lebar kompartemen}} \\ = \frac{4,28 \text{ m}^3/\text{jam}}{2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\ = 1,37 \text{ m}/\text{jam} \text{ (OK! kecepatan up flow } < 2 \text{ m}/\text{jam)}$$

Volume aktual ABR

$$= p \times l \times t \\ = 1,25 \times 6 \text{ kompartemen} \times 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \\ = 46,875 \text{ m}^3$$

Total HRT aktual pada ABR

$$= \frac{V}{Q} = \frac{46,875 \text{ m}^3}{4,28 \text{ m}^3/\text{jam}} = 11 \text{ jam} \text{ (asumsi bahwa HRT berkurang)}$$

5% karena adanya lumpur)

$$= 11 \text{ jam} \times (1-0,05)$$

$$= 10,4 \text{ jam} \approx 10 \text{ jam} \text{ (OK! Kecepatan HRT } \geq 8 \text{ jam)}$$

Cek *organic loading rate* (OLR)

$$= \frac{\text{Debit air limbah} \times \text{Konsentrasi COD}}{\text{Volume aktual ABR}}$$

$$= \frac{4,28 \text{ m}^3/\text{jam} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \times \left(\frac{236}{1000}\right) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{46,875 \text{ m}^3}$$

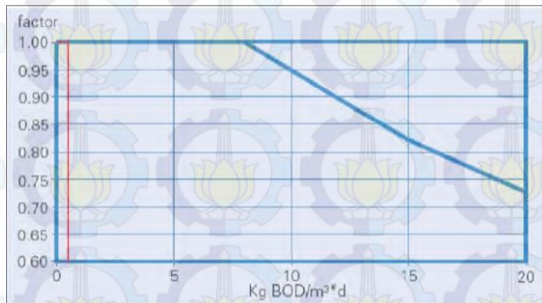
$$= 0,52 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \text{ (OK! OLR} \leq 3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari)}$$

d. Removal COD dan BOD di Ruang Kompartemen

Perhitungan removal COD memerlukan faktor *overload*, faktor *strength*, faktor *temperature*, dan faktor HRT.

Faktor *overload*:

seperti pada Gambar 5. 20 yang menunjukkan grafik hubungan antara beban organik dengan faktor penyisihan pada ABR. Didapatkan hasil 1.

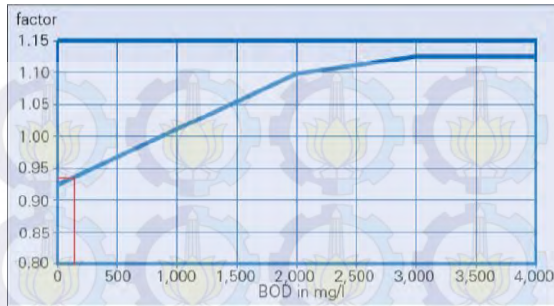


Gambar 5. 20 Hubungan antara Beban Organik dengan Faktor Penyisihan

Sumber: Sasse, 2009

Faktor *strength*:

seperti pada Gambar 5.21 yang menunjukkan grafik hubungan antara konsentrasi influen dengan faktor penyisihan pada ABR. Didapatkan hasil 0,93

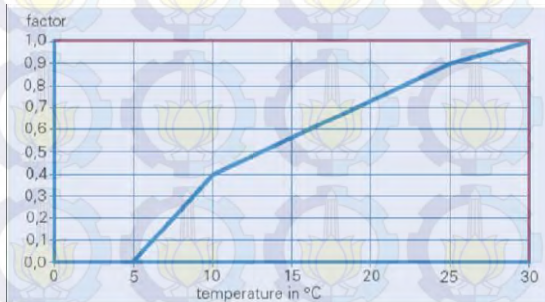


Gambar 5. 21 Hubungan antara Karakteristik Limbah dengan Faktor Penyisihan

Sumber: Sasse, 2009

Faktor *temperature*:

seperti pada Gambar 5.22 yang menunjukkan grafik hubungan antara suhu dengan faktor penyisihan pada ABR. Didapatkan hasil 1,1.



Gambar 5. 22 Hubungan antara Suhu dengan Faktor Penyisihan

Sumber: Sasse, 2009

Faktor HRT:

seperti pada Gambar 5.23 yang menunjukkan grafik hubungan antara HRT dengan faktor penyisihan pada ABR. Didapatkan hasil 0,8.



Gambar 5. 23 Hubungan antara HRT dengan Faktor Penyisihan
Sumber: Sasse, 2009

Perkiraan removal COD teoritis berdasarkan faktor
 = faktor overload x faktor strength x faktor temperature
 x faktor HRT
 = $1 \times 0,93 \times 1,1 \times 0,8$
 = $0,82 = 82\%$

Perkiraan removal COD
 = $82\% \times ((6 \text{ kompartemen} \times 0,04) + 0,82)$
 = 87%

COD eff = $(1-87\%) \times 236 \text{ mg/L}$
 = 31 mg/L

Perkiraan removal COD total

= $\frac{\text{COD inf} - \text{COD eff}}{\text{COD inf}} \times 100\%$
 = $\frac{312 \text{ mg/L} - 31 \text{ mg/L}}{312 \text{ mg/L}} \times 100\%$
 = 90%

Faktor penyisihan BOD/COD = $1,025$

Perkiraan penyisihan BOD₅ total

= $1,025 \times 90\%$
 = 92%

BOD₅ eff = $(1-92\%) \times 187 \text{ mg/L}$
 = 15 mg/L

e. Inlet dan Outlet Pipa ABR

Inlet pipa yang menuju ABR merupakan pipa discharge pompa yang dipilih, yaitu 114 mm atau 4". Perhitungan pipa outlet adalah sebagai berikut,

$$Q = 1,2 \text{ L/detik} = 0,0012 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V \text{ rencana} = 0,1 \text{ m/detik}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0,0012 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,1 \text{ m/detik}} = 0,012 \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter pipa} = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,012}{3,14}} = 0,124 \text{ m} = 124 \text{ mm}$$

Berdasarkan referensi pipa yang didapat, diameter yang dipilih adalah 0,114 m atau 4".

f. Produksi Lumpur

Proses kontak anaerobik adalah sistem reaktor tercampur sempurna dengan biomassa anaerobik tersuspensi dan memisahkan cairan dengan padatan untuk menangkap biomassa dan mendaur ulang. Padatan biomassa di reaktor biologis air limbah biasanya menyatakan sebagai *total suspended solids* (TSS) dan *volatile suspended solids* (VSS). Campuran padatan yang dihasilkan dari kombinasi antara daur ulang lumpur dengan influen air limbah di bioreaktor disebut *mixed liquor suspended solids* (MLSS) dan *mixed liquor volatile suspended solids* (MLVSS) (Metcalf dan Eddy, 2014). MLSS adalah *suspended solids* didalam cairan reaktor tercampur sempurna, sedangkan MLVSS adalah biomassa yang terdapat pada MLSS. Produksi lumpur yang dihasilkan dihitung dari total biomassa dan *volatile suspended solids*.

Data Perhitungan:

$$Y = 0.4 \text{ g/g (0.4 – 0.6 g biomass/g substrat)}$$

$$K_d = 0.06/\text{hari}$$

$$\theta_c = 3 – 15 \text{ hari}$$

$$= 10 \text{ hari}$$

$$\text{VSS} = 8000 – 12000 \text{ g MLSS/m}^3$$

$$= 8000 \text{ g MLSS/m}^3$$

$$\text{MLVSS} = 80\% \text{ MLSS}$$

$$= 80\% \times 8000 \text{ g MLSS/m}^3$$

$$= 6400 \text{ g MLSS/m}^3$$

$$S_o \text{ (BOD)} = 187 \text{ mg/L}$$

$$S_e \text{ (BODf)} = 15 \text{ mg/L}$$

$$Y_{\text{obs}} = \left(\frac{Y}{1 + K_d \cdot \theta_d} \right) = \left(\frac{0,4 \text{ g/g}}{1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 10 \text{ hari}} \right) = 0,25$$

$$\begin{aligned} P_x &= Y_{\text{obs}} \times Q \times (S_o - S_e) \\ &= 0,25 \times 102,72 \text{ m}^3/\text{hari} \times (187 - 15) \text{ mg/L} \\ &= 4417 \text{ g MLVSS/hari} \end{aligned}$$

$$P_x = \left(\frac{P_x}{0,8} \right) = \left(\frac{4417}{0,8} \right) = 5521,25 \text{ g MLSS/hari}$$

$$Q_{\text{lumpur}} = \left(\frac{P_x}{Y_{\text{VSS}}} \right) = \left(\frac{5521,25 \text{ g MLSS/hari}}{8000 \text{ g MLSS/m}^3} \right) = 0,7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

g. Produksi Biogas

Beberapa kelebihan ABR adalah dapat menghasilkan biogas dan tidak menimbulkan bau (Kennedy, 2006). Biogas yang dihasilkan berasal dari proses anaerobik yang menghasilkan gas metana pada ABR. Menurut Sasse (2009), sebesar 70% dari total gas yang terbentuk dari COD merupakan CH_4 dan 30% merupakan CO_2 . Setiap kg COD yang teremoval akan menghasilkan 350 liter gas CH_4 dan 50% dari gas CH_4 yang terbentuk akan terlarut kembali. Berikut perhitungan gas metana yang terbentuk dari removal COD,

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 &= \frac{(\text{CODc in} - \text{CODc out}) \times Q \times 0,35 \times 0,5}{1000 \times 0,7} \\ &= \frac{(312 - 31) \times 102,72 \times 0,35 \times 0,5}{1000 \times 0,7} \\ &= 7,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan Wahyuni (2008), nilai kesetaraan 1 m^3 biogas dengan energi lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Nilai Kesetaraan 1 m^3 Biogas Dengan Energi Lainnya

Volume	Kesetaraan
1 m^3 biogas	0,46 kg LPG
	0,62 liter minyak tanah
	3,5 kg kayu bakar

Diasumsikan, tiap KK membutuhkan LPG 3 kg setiap minggu.

$$\text{Kebutuhan LPG tiap KK} = \frac{3 \text{ kg}}{7 \text{ hari}} = 0,43 \text{ kg/hari}$$

Biogas yang dihasilkan 7,2 m³/hari, sehingga setara dengan 3,3 kg LPG/hari. Hasil perhitungan dari pembagian biogas yang dihasilkan tiap harinya dengan kebutuhan LPG tiap KK didapat bahwa biogas mampu melayani kebutuhan LPG sebanyak 7 KK tiap harinya.

Dari perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa biogas yang dihasilkan oleh ABR dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan memasak sebagai pengganti LPG oleh 7 KK tiap harinya.

5.5.4 Perhitungan *Mass Balance*

Data Perhitungan

$$Q_{ave} = 102,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{COD}_{inf} = 312 \text{ mg/L} = 312 \text{ g/m}^3$$

$$\text{BOD}_{inf} = 187 \text{ mg/L} = 187 \text{ g/m}^3$$

$$\text{TSS}_{inf} = 256 \text{ mg/L} = 256 \text{ g/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Massa COD}_{inf} &= \text{COD}_{inf} \times Q_{ave} \\ &= \frac{312 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 102,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} \end{aligned}$$

$$= 32 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa BOD}_{inf} &= \text{BOD}_{inf} \times Q_{ave} \\ &= \frac{187 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 102,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} \end{aligned}$$

$$= 19,2 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa TSS}_{inf} &= \text{TSS}_{inf} \times Q_{ave} \\ &= \frac{256 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 102,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} \end{aligned}$$

$$= 26,3 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Massa removal COD} = 32 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 90\% = 28,8 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

$$\text{Massa removal BOD} = 19,2 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 92\% = 17,7 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

$$\text{Massa removal TSS} = 26,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 80\% = 22 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

Total Suspended Solid (TSS) merupakan material organik yang tersuspensi, sehingga tidak mengalami pengolahan secara biologis melainkan hanya mengalami pengendapan. TSS diperkirakan akan mengendap pada tangki pengendap (*settler*) dengan efisiensi removal sebesar 80% (Morel dan Diener, 2006).

$$\text{Massa COD}_{\text{eff}} = 32 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} - 28,8 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} = 3,2 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

$$\text{Massa BOD}_{\text{eff}} = 19,2 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} - 17,7 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

$$\text{Massa TSS}_{\text{eff}} = 26,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} - 22 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} = 4,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}$$

Q lumpur dari data Perhitungan TSS:

$$\begin{aligned} \% \text{Solid} &= 1\% = 10 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Q lumpur} &= \left(\frac{\text{Massa TSS removal}}{\% \text{ solids}} \right) = \left(\frac{22 \text{ kg/hari}}{10 \text{ kg/m}^3} \right) \\ &= 2,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q eff} &= \text{Q inf} - \text{Q lumpur} \\ &= 102,72 \text{ m}^3/\text{hari} - 2,2 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 100,52 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 100 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$[\text{TSS}_{\text{eff}}] = \frac{4,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}}{100 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 43 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 43 \text{ mg/L}$$

(memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur No 72 tahun 2013, baku mutu TSS = 50 mg/L)

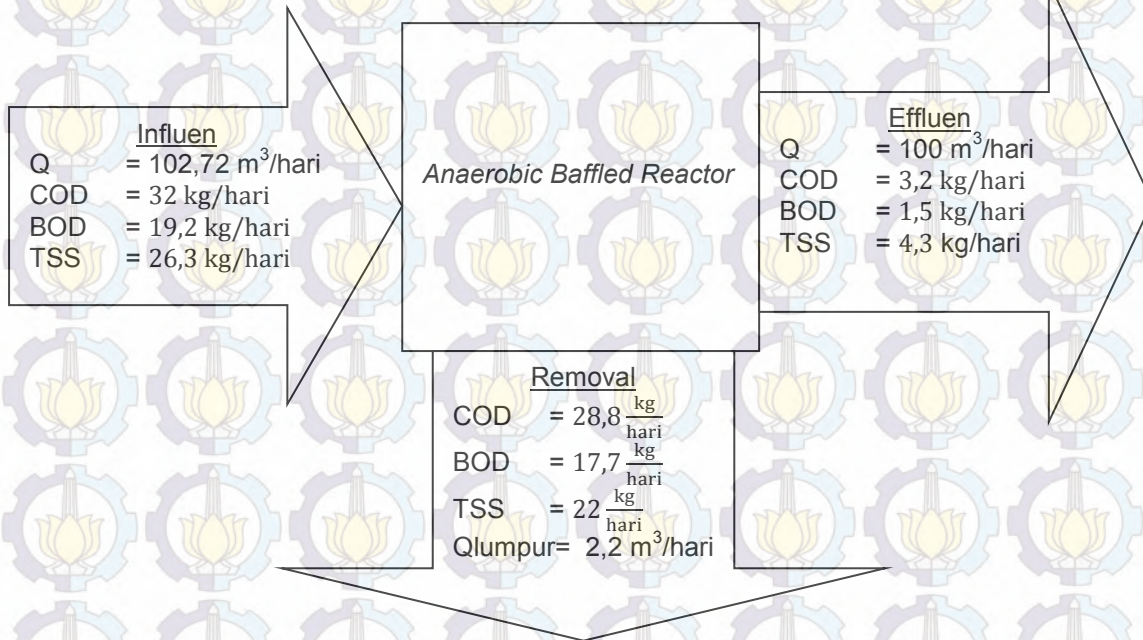
$$[\text{COD}_{\text{eff}}] = \frac{3,2 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}}{100 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 32 \text{ mg/L}$$

(memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur No 72 tahun 2013, baku mutu COD = 50 mg/L)

$$[\text{BOD}_{\text{eff}}] = \frac{1,5 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}}{100 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 15 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 15 \text{ mg/L}$$

(memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur No 72 tahun 2013, baku mutu COD = 30 mg/L)

Diagram *mass balance* dapat dilihat pada Gambar 5.24.



Gambar 5. 24 Mass Balance di Anaerobic Baffle Reactor

BAB 6

BILL OF QUANTITY DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Bill of Quantity (BOQ) merupakan salah satu bagian yang harus disajikan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Fungsi BOQ adalah untuk menyajikan perkiraan harga. Setelah menghitung BOQ atau volume yang diperlukan dalam suatu pekerjaan, langkah selanjutnya yaitu menghitung rencana anggaran biaya (RAB). Perhitungan RAB diperoleh dari hasil perkalian antara volume tersebut dengan harga satuan pokok kerja (HSPK). Pada perencanaan ini menggunakan HSPK Kota Surabaya Tahun 2015.

BOQ dan RAB yang dihitung pada perencanaan ini adalah berdasarkan teknologi sanitasi individu dan komunal. Perencanaan teknologi sanitasi individu yaitu, pembuatan tangki septik. Perencanaan tangki septik terdapat tiga macam, yaitu tangki septik 3-3-1, tangki septik 2-2-1, tangki septik berdasarkan SNI-03-2398-1991. Sedangkan perencanaan teknologi sanitasi komunal adalah sistem penyaluran air limbah, IPAL, dan bangunan pelengkap penyaluran air limbah seperti bak kontrol dan sumur pengumpul. HSPK yang digunakan untuk perhitungan BOQ dan RAB pada perencanaan teknologi sanitasi individu dan komunal berbeda. Perbedaannya hanya terletak pada upah tenaga kerjanya. Pada perencanaan teknologi sanitasi individu hanya menggunakan tukang dan pembantu tukang. Hal ini dikarenakan perencanaan teknologi sanitasi individu yang memiliki skala kecil sehingga tidak memerlukan tenaga kerja seperti mandor atau kepala tukang. HSPK untuk perencanaan teknologi sanitasi individu dapat dilihat pada Tabel 6.1. Sedangkan HSPK untuk perencanaan teknologi sanitasi komunal dapat dilihat pada Tabel 6.2

Tabel 6. 1 HSPK untuk Teknologi Sanitasi Individu

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
a.	1m ³ -Pembongkaran Beton				
	Upah:				
	Pembantu Tukang	4	Orang Hari	99.000	396.000
	Jumlah				396.000
2.	PEKERJAAN TANAH				
a.	1 m ³ -Galian tanah konstruksi				
	Upah:				
	Pekerja	0,75	Orang Hari	99.000	74.250
	Jumlah				74.250
b.	1 m ³ -Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi				
	Upah:				
	Pembantu Tukang	0,102	Orang Hari	99.000	10.098
	Jumlah				10.098
3.	PEKERJAAN BETON				
a.	1 m ³ -Pekerjaan Beton K-125				
	Bahan:				
	Semen PC 40 Kg	6,9	Zak	63.000	434.700
	Pasir Cor/Beton	0,5175	m3	232.100	120.112
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,532631579	m3	466.000	248.206
	Air Kerja	215	Liter	27	5.805
	Upah:				

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Tukang	0,275	Orang Hari	105.000	28.875
	Pembantu Tukang	1,65	Orang Hari	99.000	163.350
			Jumlah		1.001.048
b.	1 m ³ -Pekerjaan Plat Tutup Beton (1 Pc : 2 Ps : 3 Kr)				
	Upah:				
	Pekerjaan Beton K-125	1	m3	1.001.048	1.001.048
	Pekerjaan Pembesian dengan besi beton (polos/ulir)	100	Kg	14.498	1.449.800
	Pekerjaan Bekisting Lantai	1,2	m3	378.800	454.560
			Jumlah		2.905.408
4.	PEKERJAAN DINDING				
a.	1 m ² -Pemasangan Dinding Batu Merah 1 Pc : 3 Pp tebal 1/2 bata				
	Bahan:				
	Semen PC 50 Kg	0,2874	Zak	66.000	18.968
	Pasir Pasang/Plester	0,04	m3	168.400	6.736
	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4.5 cm)	70	Buah	950	66.500
	Upah:				
	Tukang	0,1	Orang Hari	105.000	10.500
	Pembantu Tukang	0,3	Orang Hari	99.000	29.700
			Jumlah		132.404
b.	1 m ² -Plesteran Halus 1 Pc : 3 Ps tebal				

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	1.5 cm				
	Bahan:				
	Semen PC 50 Kg	0,15552	Zak	66.000	10.264
	Pasir Pasang/Plester	0,023	m3	168.400	3.873
	Upah:				
	Tukang	0,15	Orang Hari	105.000	15.750
	Pembantu Tukang	0,3	Orang Hari	99.000	29.700
	Jumlah				59.588
c.	1 m ² -Pekerjaan Acian				
	Bahan:				
	Semen PC 50 Kg	0,065	Zak	66.000	4.290
	Upah:				
	Tukang	0,1	Orang Hari	105.000	10.500
	Pembantu Tukang	0,2	Orang Hari	99.000	19.800
	Jumlah				34.590
5.	PEKERJAAN PIPA				
a.	1m-Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 4"				
	Bahan:				
	Pipa Plastik PVC Tipe D Uk. 4 inchi Pj.4mtr	0,3	Batang	131.340	39.402
	Perlengkapan 35% harga pipa	0,105	Batang	131.340	13.791
	Upah:				
	Tukang	0,135	Orang Hari	105.000	14.175

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
b.	Pembantu Tukang	0,081	Orang Hari	99.000	8.019
	Jumlah				75.387
	1m-Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 2"				
	Bahan:				
	Pipa Plastik PVC Tipe D Uk. 2 inchi Pj.4mtr	0,3	Batang	48.620	14.586
	Perlengkapan 35% harga pipa	0,105	Batang	48.620	5.105
	Upah:				
	Tukang	0,135	Orang Hari	105.000	14.175
	Pembantu Tukang	0,081	Orang Hari	99.000	8.019
	Jumlah				41.885
6.	PEKERJAAN FINISHING				
a.	1buah-Kloset Jongkok Porselen				
	Bahan:				
	Semen PC 50 Kg	0,12	Zak	66.000	7.920
	Pasir Pasang/Plester	0,01	m3	168.400	1.684
	Closet Jongkok Porselin Warna Putih	1	Buah	425.000	425.000
	Upah:				
	Tukang	1,5	Orang Hari	105.000	157.500
	Pembantu Tukang	1,5	Orang Hari	99.000	148.500
	Jumlah				740.604

Tabel 6. 2 HSPK untuk Teknologi Sanitasi Komunal

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
a.	1m ² -Pembongkaran Paving Dipakai Kembali				
	Upah:				
	Mandor	0,02	Orang Hari	120.000	2.400
	Tenaga Kasar	0,04	Orang Hari	99.000	3.960
				Jumlah	6.360
b.	1m ² -Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali				
	Upah:				
	Mandor	0,01	Orang Hari	120.000	1.200
	Tenaga Kasar	0,02	Orang Hari	99.000	1.980
				Jumlah	3.180
2.	PEKERJAAN TANAH				
a.	1 m ³ -Galian tanah konstruksi				
	Upah:				
	Mandor	0,025	Orang Hari	120.000	3.000
	Pekerja	0,75	Orang Hari	99.000	74.250
				Jumlah	74.250
b.	1 m ³ -Pengurugan pasir				
	Bahan:				
	Pasir urug	1,2	m3	143.500	172.200

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
c.	Upah:				
	Mandor	0,010	Orang Hari	120.000	1.200
	Pekerja	0,30	Orang Hari	99.000	29.700
				Jumlah	203.100
	1 m ³ -Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi				
d.	Upah:				
	Mandor	0,019	Orang Hari	120.000	2.280
	Pembantu Tukang	0,102	Orang Hari	99.000	10.098
				Jumlah	12.378
	1 m ³ -Pengangkutan Tanah Sejauh 150 Meter				
3.	Upah:				
	Mandor	0,05	Orang Hari	120.000	6.000
	Pembantu Tukang	0,516	Orang Hari	99.000	51.084
				Jumlah	57.084
	1 m ³ -Pekerjaan Kolom Beton Bertulang (150 kg besi + Bekisting)				
a.	Bahan:				
	Semen PC 40 Kg	8,4	Zak	63.000	529.200
	Pasir Cor/Beton	0,54	m3	232.100	125.334
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,81	m3	466.000	377.460

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Besi Beton Polos	157,5	Kg	12.000	1.890.000
	Paku Triplek/Eternit	3,2	Kg	22.000	70.400
	Plywood Uk .122x244x9 mm Lembar	2,8	Lembar	93.600	262.080
	Kawat Ikat	2,25	Kg	23.000	51.750
	Kayu Kamper Balok 4/6, 5/7	0,12	m3	6.400.000	768.000
	Kayu Meranti Bekisting	0,32	m3	3.200.000	1.024.000
	Minyak Bekisting	1,6	Liter	28.300	45.280
	Upah:				
	Mandor	0,265	Orang Hari	120.000	31.800
	Kepala Tukang	0,265	Orang Hari	110.000	29.150
	Tukang	1,3	Orang Hari	105.000	136.500
	Tukang	0,275	Orang Hari	105.000	28.875
	Tukang	1,05	Orang Hari	105.000	110.250
	Pembantu Tukang	5,3	Orang Hari	99.000	524.700
				Jumlah	6.004.779
b.	1 m ³ -Pekerjaan Sloof Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)				
	Bahan:				
	Semen PC 40 Kg	8,4	Zak	63.000	529.200
	Pasir Cor/Beton	0,54	m3	232.100	125.334
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,81	m3	466.000	377.460
	Besi Beton Polos	210	Kg	12.000	2.520.000
	Paku Triplek/Eternit	2	Kg	22.000	44.000

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Kawat Ikat	3	Kg	23.000	69.000
	Kayu Meranti Bekisting	0,27	m3	3.200.000	864.000
	Minyak Bekisting	0,6	Liter	28.300	16.980
	Upah:				
	Mandor	0,283	Orang Hari	120.000	33.960
	Kepala Tukang	0,323	Orang Hari	110.000	35.530
	Tukang	1,56	Orang Hari	105.000	163.800
	Tukang	0,275	Orang Hari	105.000	28.875
	Tukang	1,4	Orang Hari	105.000	147.000
	Pembantu Tukang	5,65	Orang Hari	99.000	559.350
				Jumlah	5.514.489
c.	1 m ³ -Lantai Kerja K-100				
	Bahan:				
	Semen PC 40 Kg	5,75	Zak	63.000	362.250
	Pasir Beton	0,558125	m3	232.100	129.541
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,540526	m3	466.000	251.885
	Air (biaya air tawar)	215	Liter	27	5.805
	Upah:				
	Mandor	0,06	Orang Hari	120.000	7.200
	Kepala Tukang Batu	0,02	Orang Hari	110.000	2.200
	Tukang batu	0,2	Orang Hari	105.000	21.000
	Pembantu Tukang	1,2	Orang Hari	99.000	118.800
				Jumlah	898.681

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
d.	1 m ³ -Pekerjaan Plat Tutup Beton (1 Pc : 2 Ps : 3 Kr) Upah: Pekerjaan Beton K-125 Pekerjaan Pembesian dengan besi beton (polos/ulir) Pekerjaan Bekisting Lantai	 1 100 1,2	 m3 Kg m3	 1.014.088 14.498 378.800	 1.014.088 1.449.800 454.560
				Jumlah	2.918.448
f.	1 m ³ -Pekerjaan Beton K-125 Bahan: Semen PC 40 Kg Pasir Cor/Beton Batu Pecah Mesin 1/2 cm Air Kerja Upah: Mandor Kepala Tukang Tukang Pembantu Tukang	 6,9 0,5175 0,532632 215 0,083 0,028 0,275 1,65	 Zak m3 m3 Liter Orang Hari Orang Hari Orang Hari Orang Hari	 63.000 232.100 466.000 27 120.000 110.000 105.000 99.000	 434.700 120.112 248.206 5.805 9.960 3.080 28.875 163.350
				Jumlah	1.014.088
4.	PEKERJAAN DINDING				
a.	1 m ² -Pemasangan Dinding Batu Merah 1 Pc : 3 Pp tebal 1/2 bata				

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan:					
	Semen PC 50 Kg	0,2874	Zak	66.000	18.968
	Pasir Pasang/Plester	0,04	m3	168.400	6.736
	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4.5 cm)	70	buah	950	66.500
Upah:					
	Mandor	0,015	Orang Hari	120.000	1.800
	Kepala Tukang	0,01	Orang Hari	110.000	1.100
	Tukang	0,1	Orang Hari	105.000	10.500
	Pembantu Tukang	0,3	Orang Hari	99.000	29.700
	Jumlah				135.304
b.	1 m ² -Plesteran Halus 1 Pc : 3 Ps tebal 1.5 cm				
Bahan:					
	Semen PC 50 Kg	0,15552	Zak	66.000	10.264
	Pasir Pasang/Plester	0,023	m3	168.400	3.873
Upah:					
	Mandor	0,015	Orang Hari	120.000	1.800
	Kepala Tukang	0,015	Orang Hari	110.000	1.650
	Tukang	0,15	Orang Hari	105.000	15.750
	Pembantu Tukang	0,3	Orang Hari	99.000	29.700
	Jumlah				63.038
c.	1 m ² -Pekerjaan Acian				

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Bahan:				
	Semen PC 50 Kg	0,065	Zak	66.000	4.290
	Upah:				
	Mandor	0,01	Orang Hari	120.000	1.200
	Kepala Tukang	0,01	Orang Hari	110.000	1.100
	Tukang	0,1	Orang Hari	105.000	10.500
	Pembantu Tukang	0,2	Orang Hari	99.000	19.800
				Jumlah	36.890
5.	PEKERJAAN PIPA				
a.	1m-Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 6"				
	Bahan:				
	Pipa Plastik PVC Tipe D Uk. 6 inchi Pj.6mtr	0,2	Batang	279.290	55.858
	Perlengkapan 35% harga pipa	0,07	Batang	279.290	19.550
	Upah:				
	Mandor	0,0041	Orang Hari	120.000	492
	Kepala Tukang	0,0135	Orang Hari	110.000	1.485
	Tukang	0,135	Orang Hari	105.000	14.175
	Pembantu Tukang	0,081	Orang Hari	99.000	8.019
				Jumlah	99.579
b.	1m-Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 4"				
	Bahan:				

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	Pipa Plastik PVC Tipe D Uk. 4 inchi Pj.4mtr	0,3	batang	131.340	39.402
	Perlengkapan 35% harga pipa	0,105	batang	131.340	13.791
	Upah:				
	Mandor	0,0041	Orang Hari	120.000	492
	Kepala Tukang	0,0135	Orang Hari	110.000	1.485
	Tukang	0,135	Orang Hari	105.000	14.175
	Pembantu Tukang	0,081	Orang Hari	99.000	8.019
	Jumlah				77.364
c.	1m-Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 2"				
	Bahan:				
	Pipa Plastik PVC Tipe D Uk. 2 inchi Pj.4mtr	0,3	batang	48.620	14.586
	Perlengkapan 35% harga pipa	0,105	batang	48.620	5.105
	Upah:				
	Mandor	0,0041	Orang Hari	120.000	492
	Kepala Tukang	0,0135	Orang Hari	110.000	1.485
	Tukang	0,135	Orang Hari	105.000	14.175
	Pembantu Tukang	0,081	Orang Hari	99.000	8.019
	Jumlah				43.862

6.1 BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1

A. Dengan Kloset

BOQ dan RAB tangki septik 3-3-1 tanpa kloset dapat dilihat pada tabel 6.3.

Tabel 6. 3 BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1 dengan Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN Pembongkaran beton	m ³	0,208	396.000	82.403
2.	PEKERJAAN TANAH Galian Tanah	m ³	2,428	74.250	180.256
3.	PEKERJAAN BETON Plat tutup	m ³	0,146	2.905.408	423.206
	Beton K-125	m ³	0,750	1.001.048	750.461
4.	PEKERJAAN PIPA Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
5.	PEKERJAAN FINISHING Kloset jongkong porselen	buah	1	740.604	740.604
TOTAL (dibulatkan)					2.294.201 2.295.000

B. Tanpa Kloset

BOQ dan RAB tangki septik 3-3-1 tanpa kloset dapat dilihat pada tabel 6.4.

Tabel 6. 4 BOQ dan RAB Tangki Septik 3-3-1 Tanpa Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2.	Pembongkaran beton PEKERJAAN TANAH	m ³	0,208	396.000	82.403
3.	Galian Tanah PEKERJAAN BETON	m ³	2,428	74.250	180.256
4.	Plat tutup	m ³	0,146	2.905.408	423.206
	Beton K-125	m ³	0,750	1.001.048	750.461
	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
TOTAL					1.553.597
(dibulatkan)					1.555.000

6.2 BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1

A. Dengan Kloset

BOQ dan RAB tangki septik 2-2-1 dengan kloset dapat dilihat pada tabel 6.5.

Tabel 6. 5 BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1 dengan Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran beton	m ³	0,208	396.000	82.403
2.	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	1,734	74.250	128.754
3.	PEKERJAAN BETON				

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
4.	Plat tutup	m ³	0,146	2.905.408	423.206
	Beton K-125	m ³	0,548	1.001.048	548.976
	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
5.	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
	PEKERJAAN FINISHING				
	Kloset jongkong porselen	buah	1	740.604	740.604
TOTAL					2.041.215
(dibulatkan)					2.050.000

B. Tanpa Kloset

BOQ dan RAB tangki septik 2-2-1 tanpa kloset dapat dilihat pada tabel 6.6.

Tabel 6. 6 BOQ dan RAB Tangki Septik 2-2-1 Tanpa Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran beton	m ³	0,208	396.000	82.403
2.	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	1,734	74.250	128.754
3.	PEKERJAAN BETON				

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
4.	Plat tutup	m ³	0,146	2.905.408	423.206
	Beton K-125	m ³	0,548	1.001.048	548.976
	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
TOTAL					1.300.611
(dibulatkan)					1.300.000

6.3 BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI-03-2398-1991

A. Dengan Kloset

BOQ dan RAB tangki septik berdasarkan SNI dengan kloset dapat dilihat pada tabel 6.7.

Tabel 6. 7 BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI dengan Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran beton	m ³	0,200	396.000	79.002
2.	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	2,993	74.250	222.193
3.	PEKERJAAN BETON				

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
4.	Plat tutup	m ³	0,188	2.905.408	546.809
	Beton K-125	m ³	0,235	1.001.048	235.510
	PEKERJAAN DINDING				
	Pasangan 1/2 bata	m ²	7,338	132.404	971.564
5.	Plesteran	m ²	8,155	59.588	485.936
	Acian	m ²	8,155	34.590	282.081
	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
6.	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
	PEKERJAAN FINISHING				
	Kloset jongkong porselen	buah	1	740.604	740.604
	TOTAL				3.680.971
(dibulatkan)					3.700.000

B. Tanpa Kloset

BOQ dan RAB tangki septik berdasarkan SNI tanpa kloset dapat dilihat pada tabel 6.8.

Tabel 6. 8 BOQ dan RAB Tangki Septik Berdasarkan SNI Tanpa Kloset

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran beton	m ²	0,200	396.000	79.002
2.	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	2,993	74.250	222.193
3.	PEKERJAAN BETON				
	Plat tutup	m ³	0,188	2.905.408	546.809
	Beton K-125	m ³	0,235	1.001.048	235.510
4.	PEKERJAAN DINDING				
	Pasangan 1/2 bata	m ²	7,338	132.404	971.564
	Plesteran	m ²	8,155	59.588	485.936
	Acian	m ²	8,155	34.590	282.081
5.	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	1	75.387	75.387
	Pipa PVC 2"	m	1	41.885	41.885
TOTAL					2.940.367
(dibulatkan)					2.950.000

6.4 BOQ dan RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah

6.4.1 BOQ Pipa

Pada perencanaan ini, pipa SPAL yang digunakan adalah pipa PVC tipe D. Tabel 6.9 menunjukkan jumlah pipa SPAL yang dibutuhkan.

Tabel 6. 9 Jumlah Pipa SPAL

Diameter (mm)	Panjang Pipa (m)
114	720
165	5

6.4.2 BOQ Galian dan Urugan Pipa

Penanaman pipa pada perencanaan ini dilakukan di pinggir jalan berpaving. Penanaman pipa dari muka tanah disesuaikan dengan hitungan penanaman pipa pada sub bab 5.3.5. Gambar 6.1 menunjukkan letak penanaman pipa penyaluran air limbah secara tipikal. Kemudian menghitung galian untuk penanaman pipa menggunakan ilustrasi Gambar 6.2. Sehingga perhitungan BOQ untuk galian pipa dapat dihitung sebagai berikut:

D = diameter pipa

h = penanaman pipa

h1 = kedalaman penanaman pipa awal

h2 = kedalaman penanaman pipa akhir

y = kedalaman galian = h + c

y1 = kedalaman galian awal

y2 = kedalaman galian akhir

x = y2 – y1

z = $[y^2 + L \text{ pipa}^2]^{\frac{1}{2}}$

Volume galian 1 = $[(0,3 \times 2) + D] \times y1 \times Ld$

Volume galian 2 = $\frac{1}{2} \times \{[(0,3 \times 2) + D] \times X \times Ld\}$

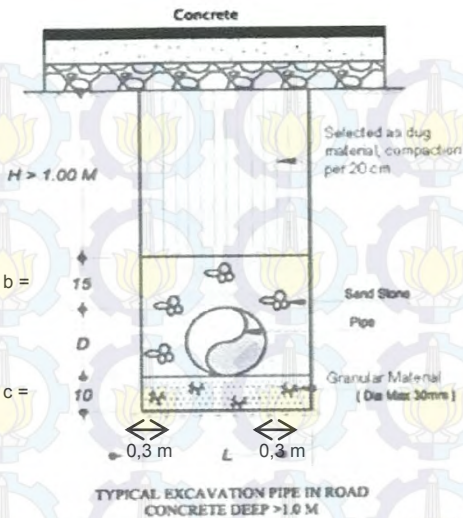
Volume pipa = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times Ld$

Volume urugan pasir

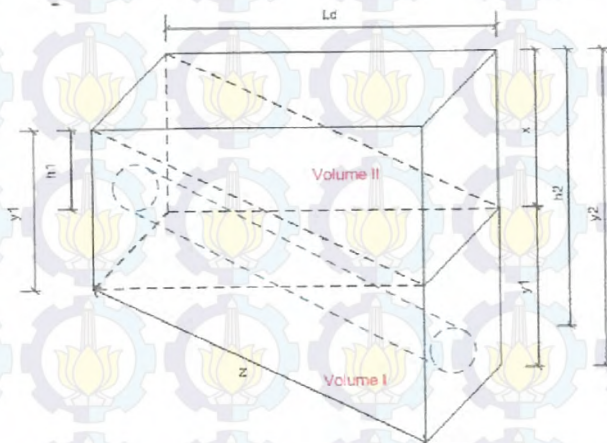
= $\{[(0,3 \times 2) + D] \times (b + D + c) \times Ld\} - \text{volume pipa}$

Volume sisa tanah galian

= volume galian total – volume urugan pasir – volume pipa



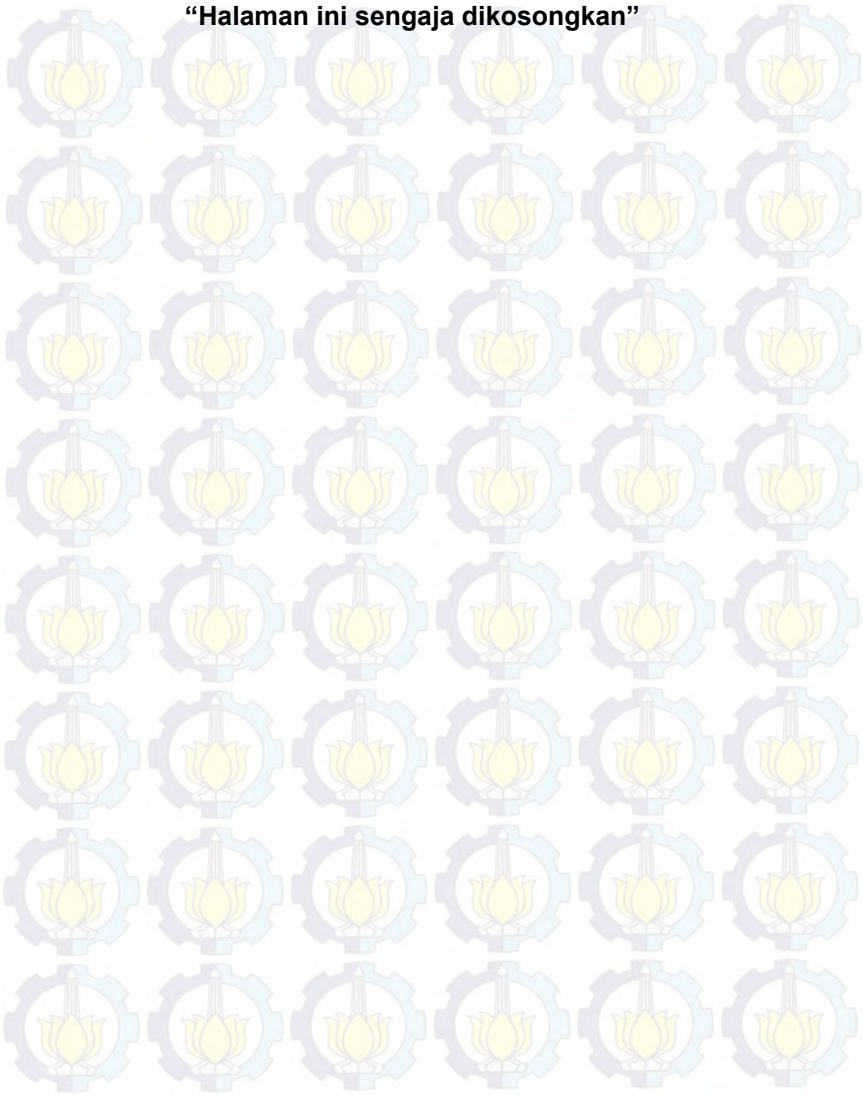
Gambar 6. 1 Tipikal Galian Pipa



Gambar 6. 2 Ilustrasi Penanaman Pipa

Perhitungan BOQ galian dan urugan pipa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.10.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

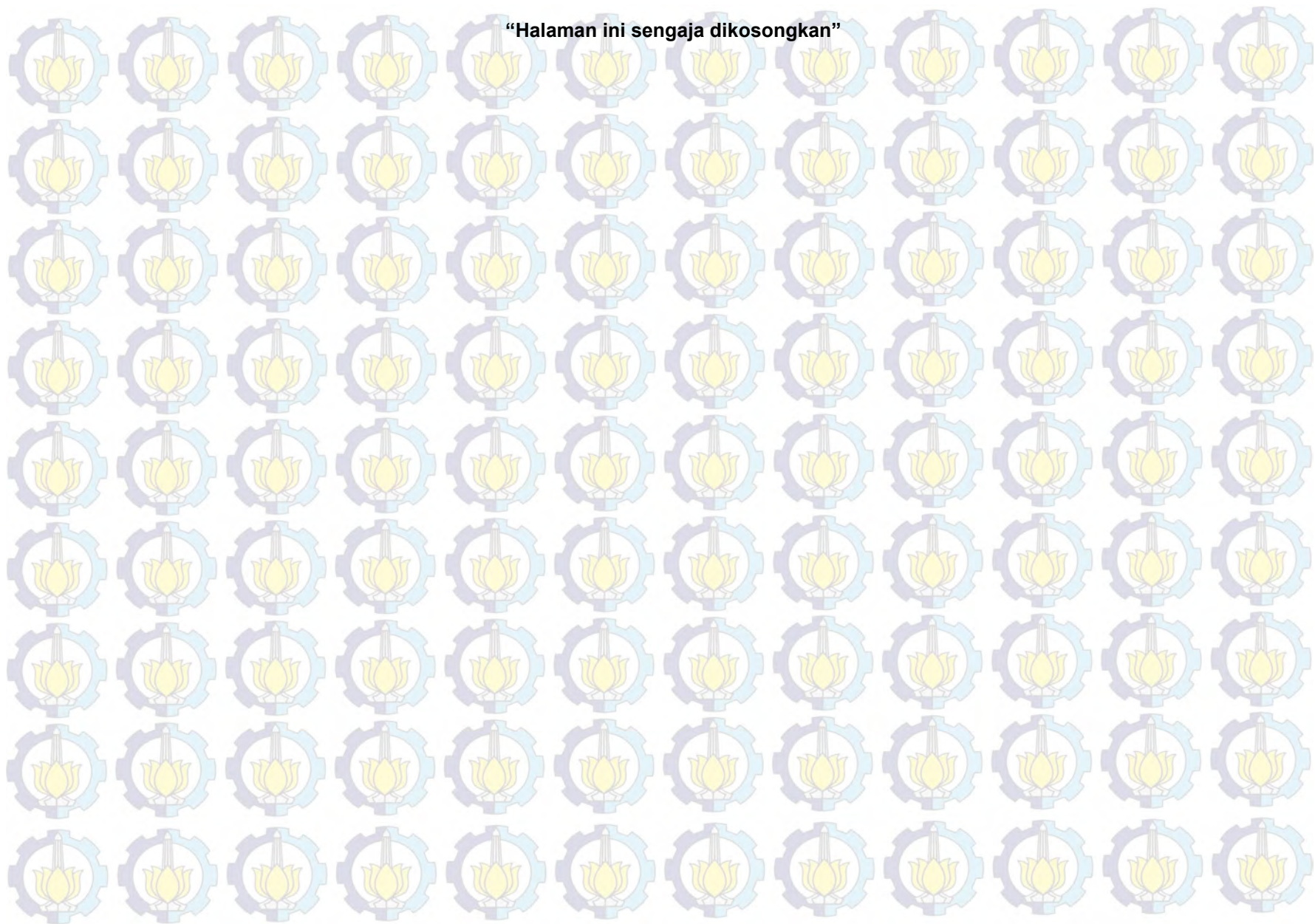


Tabel 6. 10 BOQ Galian dan Urugan Pipa

No	Saluran	L pipa (m)	D luar pipa (m)	Kedalaman penanaman pipa		Kedalaman galian		X	Z	Volume galian (m³)		Volume galian total (m³)	Volume pipa (m³)	Volume urugan pasir (m³)	Volume sisa tanah galian (m³)
				awal h1 (m)	Akhir h2 (m)	Awal y1 (m)	Akhir y2 (m)			I	II				
1	s1-L1	1	0,114	0,61	0,63	0,71	0,73	0,02	1	0,37	0,01	0,37	0,01	0,18	0,19
2	L1-L2	13	0,114	0,63	0,89	0,73	0,99	0,26	13	4,90	0,87	5,77	0,13	2,30	3,34
3	s2-L2	1	0,114	0,61	0,89	0,71	0,99	0,28	1	0,37	0,07	0,44	0,01	0,18	0,25
4	L2-L3	26	0,114	0,89	1,41	0,99	1,51	0,52	26	13,28	3,47	16,76	0,27	4,60	11,89
5	L3-L4	7	0,114	1,41	1,55	1,51	1,65	0,14	7	5,45	0,25	5,70	0,07	1,24	4,39
6	s3-L4	1	0,114	0,61	1,55	0,71	1,65	0,94	1	0,37	0,24	0,61	0,01	0,18	0,42
7	L4-L5	7	0,114	1,55	1,69	1,65	1,79	0,14	7	5,95	0,25	6,20	0,07	1,24	4,89
8	s4-L5	17	0,114	1,11	1,69	1,21	1,79	0,58	17	10,61	2,53	13,14	0,17	3,01	9,96
9	L5-L6	6	0,114	1,69	1,81	1,79	1,91	0,12	6	5,53	0,19	5,72	0,06	1,06	4,60
10	s5-L6	1	0,114	0,61	1,81	0,71	1,91	1,20	1	0,37	0,31	0,68	0,01	0,18	0,49
11	L6-L7	10	0,114	1,81	2,01	1,91	2,11	0,20	10	9,84	0,51	10,35	0,10	1,77	8,48
12	s6-L7	1	0,114	0,61	2,01	0,71	2,11	1,40	1	0,37	0,36	0,73	0,01	0,18	0,54
13	L7-L8	5	0,114	2,01	2,11	2,11	2,21	0,10	5	5,43	0,13	5,56	0,05	0,88	4,63
14	s7-L8	16	0,114	0,61	2,11	0,71	2,21	1,50	16	5,87	6,17	12,04	0,16	2,83	9,05
15	L8-L9	11	0,114	2,11	2,33	2,21	2,43	0,22	11	12,52	0,62	13,14	0,11	1,95	11,08
16	s8-L9	1	0,114	0,61	2,33	0,71	2,43	1,72	1	0,37	0,44	0,81	0,01	0,18	0,62
17	L9-L10	26	0,114	2,33	2,85	2,43	2,95	0,52	26	32,53	3,47	36,00	0,27	4,60	31,14
18	L10-L11	6	0,114	2,85	2,97	2,95	3,07	0,12	7	9,11	0,19	9,30	0,06	1,06	8,17
19	s9-L11	1	0,114	0,61	2,97	0,71	3,07	2,36	1	0,37	0,61	0,97	0,01	0,18	0,79
20	L11-L12	17	0,114	2,97	3,31	3,07	3,41	0,34	17	26,86	1,49	28,35	0,17	3,01	25,17
21	s10-L12	1	0,114	0,61	3,31	0,71	3,41	2,70	1	0,37	0,69	1,06	0,01	0,18	0,87
22	L12-L13	16	0,114	3,31	3,23	3,41	3,33	-0,08	16	28,08	-0,33	27,75	0,16	2,83	24,75
23	s11-L13	1	0,114	0,61	3,63	0,71	3,73	3,02	1	0,37	0,78	1,14	0,01	0,18	0,96
24	L13-L14	16	0,114	3,23	3,15	3,33	3,25	-0,08	16	27,42	-0,33	27,09	0,16	2,83	24,10
25	s12-L14	1	0,114	0,61	2,95	0,71	3,05	2,34	1	0,37	0,60	0,97	0,01	0,18	0,78
26	L14-L15	7	0,114	3,15	3,09	3,25	3,19	-0,06	8	11,71	-0,11	11,60	0,07	1,24	10,29
27	s13-L17	1	0,114	0,61	0,63	0,71	0,73	0,02	1	0,37	0,01	0,37	0,01	0,18	0,19
28	L17-L18	9	0,114	0,63	0,81	0,73	0,91	0,18	9	3,40	0,42	3,81	0,09	1,59	2,13
29	s14-L18	1	0,114	0,61	0,81	0,71	0,91	0,20	1	0,37	0,05	0,42	0,01	0,18	0,23
30	L18-L19	5	0,114	0,81	0,91	0,91	1,01	0,10	5	2,35	0,13	2,48	0,05	0,88	1,54
31	L19-L20	10	0,114	0,91	1,11	1,01	1,21	0,20	10	5,21	0,51	5,73	0,10	1,77	3,85
32	s15-L20	1	0,114	0,61	1,11	0,71	1,21	0,50	1	0,37	0,13	0,50	0,01	0,18	0,31
33	L20-L21	8	0,114	1,11	1,27	1,21	1,37	0,16	8	4,99	0,33	5,32	0,08	1,42	3,82
34	s16-L21	15	0,114	0,61	1,27	0,71	1,37	0,66	15	5,50	2,54	8,05	0,15	2,65	5,24
35	L21-L22	7	0,114	1,17	1,21	1,27	1,31	0,04	7	4,58	0,07	4,66	0,07	1,24	3,35
36	s17-L22	3	0,114	0,61	1,41	0,71	1,51	0,80	3	1,10	0,62	1,72	0,03	0,53	1,16
37	s18-L22	1	0,114	0,61	1,41	0,71	1,51	0,80	1	0,37	0,21	0,57	0,01	0,18	0,39

No	Saluran	L pipa (m)	D luar pipa (m)	Kedalaman penanaman pipa		Kedalaman galian		X	Z	Volume galian (m³)		Volume galian total (m³)	Volume pipa (m³)	Volume urugan pasir (m³)	Volume sisa tanah galian (m³)
				awal h1 (m)	Akhir h2 (m)	Awal y1 (m)	Akhir y2 (m)			I	II				
38	L22-L23	13	0,114	1,21	1,27	1,31	1,37	0,06	13	8,78	0,20	8,98	0,13	2,30	6,55
39	s19-L23	3	0,114	0,61	1,67	0,71	1,77	1,06	3	1,10	0,82	1,92	0,03	0,53	1,36
40	s20-L23	20	0,114	0,61	1,67	0,71	1,77	1,06	20	7,34	5,45	12,79	0,20	3,54	9,05
41	L23-L24	5	0,114	1,27	1,27	1,37	1,37	0,00	5	3,53	0,00	3,53	0,05	0,88	2,60
42	s21-L24	1	0,114	0,61	0,77	0,71	0,87	0,16	1	0,37	0,04	0,41	0,01	0,18	0,22
43	L24-L25	7	0,114	1,27	1,38	1,37	1,48	0,11	7	4,94	0,20	5,14	0,07	1,24	3,83
44	s22-L25	3	0,114	0,61	0,91	0,71	1,01	0,30	3	1,10	0,23	1,33	0,03	0,53	0,77
45	s23-L25	1	0,114	0,61	0,91	0,71	1,01	0,30	1	0,37	0,08	0,44	0,01	0,18	0,26
46	L25-L15	24	0,114	1,38	1,49	1,48	1,59	0,11	24	18,31	0,68	18,99	0,24	4,25	14,49
47	L15-L16	11	0,114	1,49	1,61	1,59	1,71	0,12	11	9,01	0,34	9,35	0,11	1,95	7,29
48	s26-L26	1	0,114	0,61	0,63	0,71	0,73	0,02	1	0,37	0,01	0,37	0,01	0,18	0,19
49	L26-L27	13	0,114	0,63	0,89	0,73	0,99	0,26	13	4,90	0,87	5,77	0,13	2,30	3,34
50	s27-L27	1	0,114	0,61	0,89	0,71	0,99	0,28	1	0,37	0,07	0,44	0,01	0,18	0,25
51	L27-L28	8	0,114	0,89	1,05	0,99	1,15	0,16	8	4,09	0,33	4,42	0,08	1,42	2,92
52	s34-L35	1	0,114	0,61	0,63	0,71	0,73	0,02	1	0,37	0,01	0,37	0,01	0,18	0,19
53	L35-L36	19	0,114	0,63	1,01	0,73	1,11	0,38	19	7,17	1,86	9,02	0,19	3,36	5,47
54	s35-L36	1	0,114	0,61	1,01	0,71	1,11	0,40	1	0,37	0,10	0,47	0,01	0,18	0,28
55	L36-L28	20	0,114	1,01	1,41	1,11	1,51	0,40	20	11,45	2,06	13,51	0,20	3,54	9,77
56	L28-L29	23	0,114	1,41	1,87	1,51	1,97	0,46	23	17,90	2,72	20,62	0,23	4,07	16,31
57	s28-L29	1	0,114	0,61	1,87	0,71	1,97	1,26	1	0,37	0,32	0,69	0,01	0,18	0,50
58	s29-L29	3	0,114	0,61	1,87	0,71	1,97	1,26	3	1,10	0,97	2,07	0,03	0,53	1,51
59	L29-L30	12	0,114	1,87	2,11	1,97	2,21	0,24	12	12,18	0,74	12,92	0,12	2,12	10,67
60	s30-L30	1	0,114	0,61	2,11	0,71	2,21	1,50	1	0,37	0,39	0,75	0,01	0,18	0,57
61	L30-L31	9	0,114	2,11	2,29	2,21	2,39	0,18	9	10,24	0,42	10,66	0,09	1,59	8,97
62	s31-L31	1	0,114	0,61	2,29	0,71	2,39	1,68	1	0,37	0,43	0,80	0,01	0,18	0,61
63	L31-L32	9	0,114	2,29	2,47	2,39	2,57	0,18	9	11,07	0,42	11,49	0,09	1,59	9,81
64	s32-L32	1	0,114	0,61	2,47	0,71	2,57	1,86	1	0,37	0,48	0,85	0,01	0,18	0,66
65	L32-L33	20	0,114	2,47	2,87	2,57	2,97	0,40	20	26,46	2,06	28,52	0,20	3,54	24,77
66	s36-L37	1	0,114	0,61	0,63	0,71	0,73	0,02	1	0,37	0,01	0,37	0,01	0,18	0,19
67	L37-L38	13	0,114	0,63	0,89	0,73	0,99	0,26	13	4,90	0,87	5,77	0,13	2,30	3,34
68	s37-L38	1	0,114	0,61	0,89	0,71	0,99	0,28	1	0,37	0,07	0,44	0,01	0,18	0,25
69	L38-L39	8	0,114	0,89	1,05	0,99	1,15	0,16	8	4,09	0,33	4,42	0,08	1,42	2,92
70	s38-L39	1	0,114	0,61	1,05	0,71	1,15	0,44	1	0,37	0,11	0,48	0,01	0,18	0,29
71	L39-L40	8	0,114	1,05	1,21	1,15	1,31	0,16	8	4,75	0,33	5,07	0,08	1,42	3,58
72	s39-L40	1	0,114	0,61	1,21	0,71	1,31	0,60	1	0,37	0,15	0,52	0,01	0,18	0,33
73	L40-L41	5	0,114	1,21	1,31	1,31	1,41	0,10	5	3,38	0,13	3,51	0,05	0,88	2,57
74	s40-L41	20	0,114	0,61	1,31	0,71	1,41	0,70	20	7,34	3,60	10,94	0,20	3,54	7,20
75	L41-L42	5	0,114	1,31	1,41	1,41	1,51	0,10	5	3,63	0,13	3,76	0,05	0,88	2,83

No	Saluran	L pipa (m)	D luar pipa (m)	Kedalaman penanaman pipa		Kedalaman galian		X	Z	Volume galian (m³)		Volume galian total (m³)	Volume pipa (m³)	Volume urugan pasir (m³)	Volume sisa tanah galian (m³)
				awal h1 (m)	Akhir h2 (m)	Awal y1 (m)	Akhir y2 (m)			I	II				
76	s41-L42	1	0,114	0,61	1,41	0,71	1,51	0,80	1	0,37	0,21	0,57	0,01	0,18	0,39
77	L42-L43	14	0,114	1,41	1,69	1,51	1,79	0,28	14	10,89	1,01	11,90	0,14	2,48	9,28
78	s42-L43	1	0,114	0,61	1,69	0,71	1,79	1,08	1	0,37	0,28	0,64	0,01	0,18	0,46
79	L43-L44	6	0,114	1,69	1,81	1,79	1,91	0,12	6	5,53	0,19	5,72	0,06	1,06	4,60
80	L44-L45	27	0,114	1,81	2,35	1,91	2,45	0,54	27	26,56	3,75	30,31	0,28	4,78	25,26
81	s43-L45	1	0,114	0,61	2,35	0,71	2,45	1,74	1	0,37	0,45	0,81	0,01	0,18	0,63
82	L45-L46	13	0,114	2,35	2,61	2,45	2,71	0,26	13	16,40	0,87	17,27	0,13	2,30	14,83
83	s44-L46	1	0,114	0,61	2,61	0,71	2,71	2,00	1	0,37	0,51	0,88	0,01	0,18	0,69
84	L46-L47	12	0,114	2,61	2,85	2,71	2,95	0,24	12	16,74	0,74	17,48	0,12	2,12	15,23
85	s45-L47	1	0,114	0,61	2,85	0,71	2,95	2,24	1	0,37	0,58	0,94	0,01	0,18	0,76
86	L47-L48	10	0,114	2,85	2,95	2,95	3,05	0,10	10	15,18	0,26	15,44	0,10	1,77	13,57
87	s46-L48	1	0,114	0,61	3,05	0,71	3,15	2,44	1	0,37	0,63	0,99	0,01	0,18	0,81
88	L48-L49	13	0,114	3,05	3,31	3,15	3,41	0,26	13	21,08	0,87	21,94	0,13	2,30	19,51
89	s47-L49	1	0,114	0,61	3,31	0,71	3,41	2,70	1	0,37	0,69	1,06	0,01	0,18	0,87
90	L49-L33	12	0,114	3,01	3,05	3,11	3,15	0,04	12	19,21	0,12	19,33	0,12	2,12	17,09
91	L33-L34	6	0,114	3,05	3,07	3,15	3,17	0,02	7	9,73	0,03	9,76	0,06	1,06	8,64
92	s33-L34	1	0,114	0,61	3,07	0,71	3,17	2,46	1	0,37	0,63	1,00	0,01	0,18	0,81
93	L34-L16	26	0,114	2,67	3,19	2,77	3,29	0,52	26	37,07	3,47	40,55	0,27	4,60	35,68
94	s24-L16	1	0,114	0,61	3,19	0,71	3,29	2,58	1	0,37	0,66	1,03	0,01	0,18	0,84
95	L16-L50	1	0,165	3,25	3,27	3,35	3,37	0,02	3	1,89	0,01	1,90	0,02	0,21	1,66
96	L50-SP	4	0,165	3,27	3,35	3,37	3,45	0,08	5	7,60	0,09	7,70	0,09	1,18	6,43
TOTAL										632,46	72,52	704,98	7,45	128,76	568,77



6.4.3 BOQ Pembongkaran Paving

Penanaman pipa dilakukan di bawah jalan yang berpaving. Perhitungan luas paving yang harus dibongkar dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6. 11 BOQ Bongkaran Paving

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa m	Lebar Galian m	Luas m ²
1	s1-L1	service	1	0,6	0,6
2	L1-L2	lateral	13	0,6	7,8
3	s2-L2	service	1	0,6	0,6
4	L2-L3	lateral	26	0,6	15,6
5	L3-L4	lateral	7	0,6	4,2
6	s3-L4	service	1	0,6	0,6
7	L4-L5	lateral	7	0,6	4,2
8	s4-L5	service	17	0,6	10,2
9	L5-L6	lateral	6	0,6	3,6
10	s5-L6	service	1	0,6	0,6
11	L6-L7	lateral	10	0,6	6
12	s6-L7	service	1	0,6	0,6
13	L7-L8	lateral	5	0,6	3
14	s7-L8	service	16	0,6	9,6
15	L8-L9	lateral	11	0,6	6,6
16	s8-L9	service	1	0,6	0,6
17	L9-L10	lateral	26	0,6	15,6
18	L10-L11	lateral	6	0,6	3,6
19	s9-L11	service	1	0,6	0,6
20	L11-L12	lateral	17	0,6	10,2
21	s10-L12	service	1	0,6	0,6
22	L12-L13	lateral	16	0,6	9,6
23	s11-L13	service	1	0,6	0,6
24	L13-L14	lateral	16	0,6	9,6
25	s12-L14	service	1	0,6	0,6
26	L14-L15	lateral	7	0,6	4,2
27	s13-L17	service	1	0,6	0,6
28	L17-L18	lateral	9	0,6	5,4
29	s14-L18	service	1	0,6	0,6
30	L18-L19	lateral	5	0,6	3
31	L19-L20	lateral	10	0,6	6
32	s15-L20	service	1	0,6	0,6
33	L20-L21	lateral	8	0,6	4,8

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa	Lebar Galian	Luas
			m	m	m ²
34	s16-L21	service	15	0,6	9
35	L21-L22	lateral	7	0,6	4,2
36	s17-L22	service	3	0,6	1,8
37	s18-L22	service	1	0,6	0,6
38	L22-L23	lateral	13	0,6	7,8
39	s19-L23	service	3	0,6	1,8
40	s20-L23	service	20	0,6	12
41	L23-L24	lateral	5	0,6	3
42	s21-L24	service	1	0,6	0,6
43	L24-L25	lateral	7	0,6	4,2
44	s22-L25	service	3	0,6	1,8
45	s23-L25	service	1	0,6	0,6
46	L25-L15	lateral	24	0,6	14,4
47	L15-L16	lateral	11	0,6	6,6
48	s26-L26	service	1	0,6	0,6
49	L26-L27	lateral	13	0,6	7,8
50	s27-L27	service	1	0,6	0,6
51	L27-L28	lateral	8	0,6	4,8
52	s34-L35	service	1	0,6	0,6
53	L35-L36	lateral	19	0,6	11,4
54	s35-L36	service	1	0,6	0,6
55	L36-L28	lateral	20	0,6	12
56	L28-L29	lateral	23	0,6	13,8
57	s28-L29	service	1	0,6	0,6
58	s29-L29	service	3	0,6	1,8
59	L29-L30	lateral	12	0,6	7,2
60	s30-L30	service	1	0,6	0,6
61	L30-L31	lateral	9	0,6	5,4
62	s31-L31	service	1	0,6	0,6
63	L31-L32	lateral	9	0,6	5,4
64	s32-L32	service	1	0,6	0,6
65	L32-L33	lateral	20	0,6	12
66	s36-L37	service	1	0,6	0,6
67	L37-L38	lateral	13	0,6	7,8
68	s37-L38	service	1	0,6	0,6
69	L38-L39	lateral	8	0,6	4,8
70	s38-L39	service	1	0,6	0,6
71	L39-L40	lateral	8	0,6	4,8
72	s39-L40	service	1	0,6	0,6
73	L40-L41	lateral	5	0,6	3

No	Saluran	Jenis Saluran	L pipa m	Lebar Galian m	Luas m ²
74	s40-L41	service	20	0,6	12
75	L41-L42	lateral	5	0,6	3
76	s41-L42	service	1	0,6	0,6
77	L42-L43	service	14	0,6	8,4
78	s42-L43	service	1	0,6	0,6
79	L43-L44	lateral	6	0,6	3,6
80	L44-L45	lateral	27	0,6	16,2
81	s43-L45	service	1	0,6	0,6
82	L45-L46	lateral	13	0,6	7,8
83	s44-L46	service	1	0,6	0,6
84	L46-L47	lateral	12	0,6	7,2
85	s45-L47	service	1	0,6	0,6
86	L47-L48	lateral	10	0,6	6
87	s46-L48	service	1	0,6	0,6
88	L48-L49	lateral	13	0,6	7,8
89	s47-L49	service	1	0,6	0,6
90	L49-L33	lateral	12	0,6	7,2
91	L33-L34	lateral	6	0,6	3,6
92	s33-L34	service	1	0,6	0,6
93	L34-L16	lateral	26	0,6	15,6
94	s24-L16	service	1	0,6	0,6
95	L16-L50	induk	1	0,6	0,6
96	L50-SP	induk	4	0,6	2,4
TOTAL					435

6.4.4 RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah

Setelah menghitung BOQ atau volume yang diperlukan dalam pembangunan jaringan perpipaan air limbah, langkah selanjutnya yaitu menghitung RAB jaringan perpipaan air limbah. Perhitungan RAB diperoleh dari hasil perkalian antara volume tersebut dengan HSPK. RAB jaringan perpipaan air limbah terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, dan pekerjaan pipa. Perhitungan RAB jaringan perpipaan air limbah dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6. 12 RAB Jaringan Perpipaan Air Limbah

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali	m ²	435	6.360	2.766.600
2	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	704,98	74.250	52.345.065
	Urugan Tanah Kembali	m ³	568,77	12.378	7.040.242
	Urugan Pasir	m ³	128,76	203.100	26.151.420
3	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	720	77.364	55.701.864
	Pipa PVC 6"	m	5	99.579	497.897
	TOTAL				144.503.087
	(dibulatkan)				145.000.000

6.5 BOQ dan RAB Bak Kontrol

Pada perencanaan ini terdapat 2 tipe bak kontrol. Bak kontrol tipe 1 berjumlah 46 buah dengan kedalaman 0,5 m dan bak kontrol tipe 2 berjumlah 29 buah dengan kedalaman rata-rata 2 m. Ukuran bak kontrol yang direncanakan adalah 0,4 m x 0,4 m. Bak kontrol tipe 1 adalah bak kontrol pada pipa servis, sedangkan bak kontrol tipe 2 adalah bak kontrol pada pipa lateral. RAB bak kontrol terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, dan pekerjaan beton. Perhitungan BOQ dan RAB bak kontrol dapat dilihat pada Tabel 6.13.

Tabel 6. 13 BOQ dan RAB Bak Kontrol

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali	m ²	24	6.360	152.640
2	PEKERJAAN TANAH Galian Tanah	m ³	83,3	74.250	6.185.025
	Urugan Tanah Kembali	m ³	62,475	12.378	773.316
	Pengangkutan Tanah Sejauh 150 Meter	m ³	20,825	57.084	1.188.774
3	PEKERJAAN BETON Plat tutup	m ³	0,9375	2.918.448	2.736.045
	Beton K-125 (dasar)	m ³	1,0825	1.014.088	1.097.750
	Beton K-125 (dinding)	m ³	4,887	1.014.088	4.955.848
TOTAL					17.089.399
(dibulatkan)					17.090.000

6.6 BOQ dan RAB Manhole

Jumlah manhole pada perencanaan ini adalah sebanyak 29 buah. Ukuran manhole yang direncanakan adalah 0,7 m x 0,7 m. Kedalaman manhole pada perencanaan penyaluran air limbah ini memiliki kedalaman yang berbeda-beda, tetapi memiliki rata-rata kedalaman sebesar 3 m. RAB manhole terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, dan pekerjaan beton. Perhitungan RAB manhole dapat dilihat pada Tabel 6.14.

Tabel 6. 14 BOQ dan RAB Manhole

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali	m ²	10,29	6.360	65.444
2	PEKERJAAN TANAH Galian Tanah	m ³	30,87	74.250	2.292.098
3	PEKERJAAN BETON Plat tutup	m ³	0,5145	2.918.448	1.501.542
	Beton K-125 (dasar)	m ³	0,5145	1.014.088	521.748
	Beton K-125 (dinding)	m ³	9,45	1.014.088	9.583.132
TOTAL					13.963.964
(dibulatkan)					14.000.000

6.7 BOQ dan RAB Sumur Pengumpul

Jumlah sumur pengumpul pada perencanaan ini adalah sebanyak 1 buah. Ukuran sumur pengumpul yang direncanakan adalah 1,2 m x 0,6 m. Kedalaman sumur pengumpul pada perencanaan

penyaluran air limbah ini adalah sebesar 4,5 m. RAB sumur pengumpul terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton, dan pekerjaan dinding. Perhitungan BOQ dan RAB sumur pengumpul dapat dilihat pada Tabel 6.15.

Tabel 6. 15 BOQ dan RAB Sumur Pengumpul

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali	m ²	22,54	6.360	143.354
2	PEKERJAAN TANAH Galian Tanah	m ³	5,46	74.250	405.405
	Urugan Tanah Kembali	m ³	2,184	12.378	27.034
3	PEKERJAAN BETON Plat tutup	m ³	0,052	2.918.448	151.759
	Beton K-125 (dasar)	m ³	0,0675	1.014.088	68.451
4	PEKERJAAN DINDING Pasangan 1/2 bata	m ²	18,9	135.304	2.557.253
	Plesteran	m ²	16,2	63.038	1.021.208
	Acian	m ²	16,2	36.890	597.618
5	PEKERJAAN PIPA DAN POMPA Pipa PVC 4"	m	5	77.364	386.819
	Pompa	unit	1	2.000.000	2.000.000
TOTAL (dibulatkan)					7.358.901 7.400.000

6.8 BOQ dan RAB *Anaerobic Baffle Reactor*

BOQ dan RAB *anaerobic baffle reactor* terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan beton, pekerjaan dinding, dan pekerjaan pipa. Perhitungan BOQ dan RAB *anaerobic baffle reactor* dapat dilihat pada Tabel 6.16.

Tabel 6. 16 BOQ dan RAB *Anaerobic Baffle Reactor*

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali	m ²	34,160	3.180	108.629
2	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	m ³	188,442	74.250	13.991.819
	Urugan Tanah Kembali	m ³	75,714	12.378	937.188
	Urugan Pasir	m ³	1,188	203.100	241.181
3	PEKERJAAN BETON				
	Beton Sloof	m ³	0,054	5.514.489	297.782
	Plat dasar	m ³	4,125	2.918.448	12.038.598
	Plat tutup	m ³	4,125	2.918.448	12.038.598
	Beton Kolom	m ³	1,116	6.004.779	6.701.333
	Lantai Kerja	m ³	1,375	898.681	1.235.686
4	PEKERJAAN DINDING				

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
5	Pasangan 1/2 bata	m ²	137,64	135.304	18.623.298
	Plesteran	m ²	159,6	63.038	10.060.788
	Acian	m ²	159,6	36.890	5.887.644
	PEKERJAAN PIPA				
	Pipa PVC 4"	m	17	77.364	1.315.183
	Pipa PVC 2"	m	1	43.862	43.862
TOTAL					82.162.545
(dibulatkan)					82.200.000

Rekapitulasi biaya teknologi sanitasi individu dapat dilihat pada Tabel 6.17 dan rekapitulasi biaya teknologi sanitasi komunal dapat dilihat pada Tabel 6.18

Tabel 6. 17 Rekapitulasi Biaya Teknologi Sanitasi Individu

Pekerjaan	Harga Dengan Kloset (Rp)	Harga Tanpa Kloset (Rp)
Tangki Septik 3-3-1	2.295.000	1.555.000
Tangki Septik 2-2-1	2.050.000	1.300.000
Tangki Septik SNI	3.700.000	2.950.000

Tabel 6. 18 Rekapitulasi Biaya Teknologi Sanitasi Komunal

Pekerjaan	Biaya (Rp)
Jaringan Pipa	145.000.000
Bak Kontrol	7.090.000
Manhole	14.000.000
Sumur Pengumpul	7.400.000
Anaerobic Baffle Reactor	82.200.000
TOTAL	265.690.000

BAB 7

OPERASI DAN PEMELIHARAAN SARANA TEKNOLOGI SANITASI KOMUNAL OLEH MASYARAKAT

Operasi adalah proses memfungsikan dan mengoptimalkan komponen-komponen sarana yang telah dimanfaatkan. Sedangkan pemeliharaan adalah upaya-upaya untuk menjaga agar sarana yang telah dibangun bermanfaat sepanjang waktu, menciptakan pemakaian maksimum dari seluruh fasilitas yang ada melalui perawatan dan perbaikan serta menjaga pencapaian umur manfaat sarana tanpa rehabilitasi besar-besaran (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2004). Operasi dan pemeliharaan (O&P) sarana yang telah dibangun dilaksanakan oleh masyarakat dan dihitung secara rinci biaya yang harus ditanggung oleh masyarakat untuk pengoperasian dan pemeliharaan. Organisasi pengelola harus dibentuk dan tata cara operasi dan pemeliharaan dari sistem yang telah dibangun juga harus dibuat.

Organisasi pengelola dapat dilakukan oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM). KSM adalah kumpulan orang atau masyarakat yang menyatukan diri secara sukarela dalam kelompok dikarenakan adanya kepentingan dan kebutuhan yang sama, sehingga dalam kelompok tersebut memiliki kesamaan tujuan yang ingin dicapai. KSM merupakan wakil masyarakat penerima sarana, dimana pada perencanaan ini yaitu wakil warga RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo. KSM dibentuk melalui musyawarah masyarakat dengan bentuk dan susunan pengurus ditetapkan melalui Surat Keputusan (SK) Kelurahan, contoh susunan pengurus dapat dilihat pada Gambar 7.1. Tugas-tugas dari setiap unit kerja KSM atau organisasi Pengelola O&P (Tim Pengelola) sehari-hari berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2012) adalah:

1. Ketua

Bertanggung jawab atas seluruh kegiatan organisasi sesuai peraturan organisasi serta program kerja yang telah diputuskan bersama. Tugas ketua antara lain sebagai berikut,

- a) Mengkoordinir Tim Pengelola/pengurus O&P.

- b) Mengundang dan menyelenggarakan rapat-rapat rutin atau musyawarah.
- c) Melakukan kerjasama kemitraan dengan pemerintah desa/kelurahan, dinas/instansi terkait dan pihak swasta atau lainnya untuk meningkatkan peroleh pembiayaan pemeliharaan atau pengembangan layanan prasarana.
- d) Mendorong peningkatan kesadaran dan kontribusi warga untuk melakukan pemeliharaan prasarana.
- e) Bersama seluruh Tim Pengelola membuat laporan baik secara berkala maupun Pertanggungjawaban Kegiatan Pengelola;
- f) Bersama seluruh Tim Pengelola, mensosialisasikan kegiatan-kegiatan pengoperasian & pemeliharaan, khususnya kepada warga pemanfaat;
- g) Bersama seluruh Tim Pengelola menyusun draf peraturan dasar, program kerja O&P dan rencana pendanaan O&P untuk ditetapkan dalam Musyawarah Warga.

2. Sekretaris atau Bagian Administrasi
Melaksanakan kegiatan administrasi umum atau ketatausahaan O&P, antara lain mencakup:

- a) Menyiapkan surat menyurat.
- b) Mengarsip surat masuk dan surat keluar.
- c) Menyimpan dan memelihara dokumen atau dokumentasi kegiatan.
- d) Membuat notulen rapat atau musyawarah warga pemanfaat.
- e) Menginventarisasi anggota atau warga pemanfaat.

3. Bendahara atau Bagian Keuangan, melaksanakan:

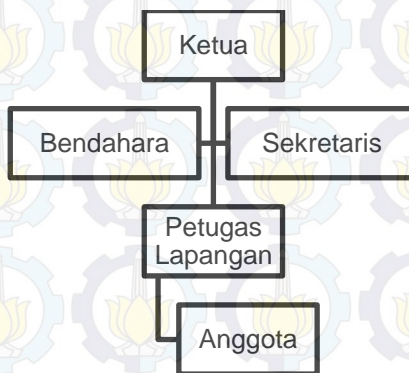
- a) Menerima dan menyimpan uang atau dana O&P.
- b) Mengeluarkan uang dengan persetujuan ketua.
- c) Membuat dan menyimpan bukti penerimaan dan bukti pengeluaran.
- d) Mencatat pembukuan keuangan O&P.
- e) Membuat laporan keuangan secara periodik dan laporan pertanggungjawaban keuangan.

4. Petugas Lapangan atau Bagian Teknik, melakukan:
- a) Monitoring dan inventarisasi kondisi prasarana.
 - b) Menyusun rencana kebutuhan, biaya dan jadwal pemeliharaan & perbaikan prasarana.
 - c) Membimbing dan mengkoordinir pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan oleh warga.
 - d) Melaporkan hasil-hasil pelaksanaan kegiatan pemeliharaan.

5. Anggota

Seluruh warga yang menerima manfaat dari prasarana yang dikelolanya, memiliki tugas:

- a) Mendapatkan informasi, pelayanan dan kesempatan berpartisipasi yang sama dalam setiap kegiatan.
- b) Mengikuti rapat, pertemuan, atau musyawarah yang dilakukan Tim Pengelola.
- c) Melaksanakan atau terlibat aktif dalam setiap kegiatan pemeliharaan yang dilakukan
- d) Membangun kebersamaan, kekompakan, persatuan dan kesatuan.
- e) Membayar iuran atau memberikan kontribusi lainnya untuk pemeliharaan prasarana sesuai ketentuan yang telah disepakat bersama.



Gambar 7. 1 Struktur Organisasi Pengelola O&P

Hal penting untuk mewujudkan teknologi sanitasi yang berkelanjutan adalah adanya organisasi pengelola dan tata cara pengoperasian dan pemeliharaan. Berikut adalah prosedur pengoperasian dan pemeliharaan IPAL komunal dengan sistem perpipaannya berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya (2014).

Petunjuk Pelaksanaan Bagi Pengguna Sistem Komunal

1. Jangan memasukkan limbah padat ke jamban karena akan menyumbat saluran.
2. Jangan membuang minyak bekas ke saluran pembuangan dapur karena ketika mengering, lemaknya dapat menyumbat pipa
3. Jangan membuang bahan kimia ke saluran karena akan mematikan bakteri di IPAL perpipaan dan IPAL karena bisa merusak pipa.
4. Jangan menanam pohon di dekat saluran.
5. Gunakan secukupnya sabun cuci dan pembersih, baik untuk sistem pengolahan dan penghematan. Buanglah hanya limbah cair dari kamar mandi dan dapur dan beri saringan untuk memisahkan limbah padat.
6. Periksa bak kontrol di rumah setiap 3 hari sekali. Buang limbah padat, pasir/lumpur, dengan sekop/serok, kumpulkan dalam tas plastik. Bawa ke tempat pembuangan sampah

Petunjuk Pelaksanaan Bagi Operator Sistem Komunal

- A. Lakukan 1 Kali per minggu
1. Periksa setiap bak kontrol pada sistem perpipaan
 2. Buang limbah padat dan kotoran mengapung
 3. Jika tidak ada aliran air dalam bak kontrol, mungkin pipa tersumbat atau rusak. Maka, hentikan kegiatan di rumah, buka pemipaan, minta tukang untuk memperbaiki kerusakan.
 4. Jika ada luapan air dari bak kontrol, mungkin pipa tersumbat. Maka, hentikan kegiatan di rumah, segera perbaiki jika ada kerusakan pipa. Sogok dari bak kontrol ke bak kontrol lain. Minta tukang untuk memperbaiki kerusakan secepatnya

5. Buang limbah padat dan kotoran mengapung dari bak *inlet* dengan sekop. Semua tutup bak kontrol dan *manhole* IPAL harus bisa dibuka untuk mempermudah pengoperasian dan pemeliharaan.
6. Buang limbah padat dan kotoran mengapung dari bak *inlet* dengan sekop.

B. Perawatan IPAL 1 kali per 2 minggu:

1. Buang kotoran padat dan kotoran yang mengapung tepat di bawah *manhole*. Mulai dari bak *inlet*, dilanjutkan ke bak-bak berikutnya
2. Ambil kotoran tepat di bawah *manhole*. Gunakan alat T untuk mengumpulkan kotoran tepat di bawah *manhole*. Keluarkan semua kotoran yang terkumpul sampai tidak ada yang tersisa.

Petunjuk Pelaksanaan Pengurasan IPAL Komunal

Dilakukan 1 kali per 2 tahun ddengan pengurasan menggunakan truk tinja

1. Telpon perusahaan jasa pengurasan tinja Buka semua tutup *manhole* pada IPAL.
2. Angkat kotoran mengapung dan buang ke tempat sampah.
3. Masukkan pipa sedot dari truk tinja sampai ke dasar bak, sedot mulai dari bak pertama
4. Lumpur yang disedot adalah lumpur yang berwarna hitam
5. Hentikan pengurasan jika lumpur sudah berwarna coklat

Biaya yang diperlukan untuk operasi dan pemeliharaan setiap bulan dapat dilihat pada Tabel 7.1

Tabel 7. 1 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Setiap Bulan

Pengoperasian dan Pemeliharaan	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Per Bulan (Rp)
Operator inspeksi bak kontrol dan <i>manhole</i> 4x/bulan	100.000	400.000
Operator inspeksi Sumur Pengumpul dan IPAL 2x/bulan	50.000	100.000
Pengurasan lumpur tiap 2 tahun	600.000	25.000

Pengoperasian dan Pemeliharaan	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Per Bulan (Rp)
Pemeriksaan efluen tiap 6 bulan	250.000	41.667
Pompa 20 kWh	123	2.460
Lain-lain: Perbaikan pipa, bak kontrol, manhole, IPAL	100.000	100.000
TOAL BIAYA PER BULAN		669.127
luran per KK per bulan (/107 KK)		6.254

BAB 8

UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan, diketahui bahwa masyarakat di Kelurahan Tegalsari dan Kelurahan Wonorejo memilih jamban keluarga sebagai teknologi sanitasi di sana. Sedangkan masyarakat di Kelurahan Dr. Soetomo banyak yang memilih IPAL sebagai teknologi sanitasi di sana. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjadikan Kelurahan Tegalsari, Kelurahan Wonorejo, dan Kelurahan Dr. Soetomo bebas dari buang air besar sembarangan adalah menerapkan teknologi sanitasi yang telah dipilih.

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa sebanyak 30 KK di Kelurahan Tegalsari dan sebanyak 20 KK di Kelurahan Wonorejo masih melakukan buang air besar sembarangan (BABS). Dari data tersebut dapat dihitung biaya untuk upaya bebas BABS di Kelurahan Tegalsari dan Wonorejo dengan perhitungan perkalian antara jumlah KK yang BABS dan biaya tangki septik. Berdasarkan Tabel 7.1 menunjukkan bahwa biaya minimum yang dibutuhkan agar Kelurahan Tegalsari mencapai bebas BABS adalah Rp 39.000.000,00 dan biaya maksimumnya adalah Rp 111.000.000,00. Sedangkan untuk Kelurahan Wonorejo adalah membutuhkan biaya minimum sebesar Rp 26.000.000,00 dan biaya maksimum sebesar Rp 74.000.000,00 untuk mencapai bebas BABS. Biaya yang dibutuhkan untuk mencapai bebas BABS di RW 2 Kelurahan Dr. Soetomo adalah sebesar Rp 265.690.000,00 atau setara dengan Rp 2.500.000,00 per KK. Biaya tersebut didapat dari pembagian biaya yang dibutuhkan dengan jumlah KK yang dilayani IPAL, yaitu sebanyak 107 KK.

Tabel 8. 1 Biaya Upaya Bebas BABS di Kelurahan Tegalsari dan Wonorejo

Kelurahan	Jumlah KK BABS	Biaya Jamban Keluarga (Rp)		Total Biaya Upaya Bebas BABS (Rp)	
		Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Tegalsari	30	1.300.000	3.700.000	39.000.000	111.000.000
Wonorejo	20	1.300.000	3.700.000	26.000.000	74.000.000

BAB 9

KESIMPULAN DAN SARAN

9.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa didapat dari perencanaan ini adalah,

1. Teknologi sanitasi yang dipilih masyarakat di Kelurahan Tegalsari dan Wonorejo adalah jamban keluarga. Sedangkan masyarakat di Kelurahan Dr. Soetomo memilih IPAL, yaitu *anaerobic baffle reactor* sebagai teknologi sanitasi yang dapat diterapkan di daerah tersebut.
2. Biaya yang dibutuhkan tiap KK untuk membangun tangki septik 3-3-1 dengan kloset adalah Rp 2.295.000,00 dan tanpa kloset adalah Rp 1.555.000,00. Biaya yang dibutuhkan tiap KK untuk membangun tangki septik 2-2-1 dengan kloset adalah Rp 2.050.000,00 dan tanpa kloset adalah Rp 1.300.000,00. Biaya yang dibutuhkan tiap KK untuk membangun tangki septik berdasarkan SNI-03-2398-1991 dengan kloset adalah Rp 3.700.000,00 dan tanpa kloset adalah Rp 2.950.000,00. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun SPAL, IPAL, dan bangunan pelengkap adalah Rp 265.690.000,00.

9.2 Saran

Saran untuk penulisan tugas akhir dengan topik sejenis adalah melakukan penelitian dan perencanaan di wilayah RW lainnya yang masih melakukan BABS di Kelurahan Dr. Soetomo, Kelurahan Tegalsari, dan Kelurahan Wonorejo.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmito, W. (2007). "Sistem Kesehatan". PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2013). "Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya 2013".
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2014). "Dukungan STBM dalam Pencapaian Target *Universal Access*".
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2014). "Kecamatan Tegalsari Dalam Angka 2014".
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2014). "Surabaya Dalam Angka 2014".
- Balai Lingkungan Permukiman. (2005). "Modul C2-2: Pengolahan Limbah Rumah Tangga".
- Brikke, F. dan Bredero, M. (2003). "Linking Technology Choice With Operation and Maintenance In The Context of Community Water Supply and Sanitation". World Health Organization and IRC Water & Sanitation Centre, Geneva, Switzerland.
- Chandra, B. (2007). Pengantar Kesehatan Lingkungan dalam Zafirah, T. H. "Student paper: Pelaksanaan Penyelenggaraan Sanitasi Dasar di Pasar Tradisional Pringan di Kota Medan Tahun 2011". USU Sumatra.
- Cochran, W.G. (1977). "Sampling Techniques 3rd ed". John Wiley and Sons, New York.
- Crites, R. dan Tchobanoglous, G. (1998). "Small and Decentralized Wastewater Management Systems". McGraw-Hill, New York.
- Dajan, A. (1986). "Pengantar Metode Statistik Jilid I". LP3ES, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2004). Perencanaan dan Monitoring Masyarakat Untuk Pelayanan Sarana.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2006). "Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah".
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). "Tata Cara Rancangan Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Terpusat".
- Djonoputro, E.R., Blackett, I., Weitz, A., Lambertus, A., Siregar, R., Arianto, I., dan Supangkat, J. (2009). "Opsi Sanitasi

- yang Terjangkau untuk Daerah Spesifik". Water and Sanitation Program.
- Foxon, K.M., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F., dan Buckley C.A. (2004). "The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology For On-Site Sanitation". *Water SA*. 30(5).
- Hammer, M.J. (1986). "Water and Wastewater Technology SI Version". John Wiley & Sons, Singapore.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2013). "Roadmap Percepatan Program STBM 2013-2015".
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). "Kurikulum dan Modul Pelatihan untuk Pelatih (TOT) Wirausaha Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Indonesia".
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2003). "Baku Mutu Air Limbah Domestik".
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). "Air Limbah Domestik: Dasar-Dasar Teknik dan Pengelolaan Air Limbah".
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). "Perencanaan Pengolahan Sistem Setempat (On-Site System)".
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2013). "Tata Cara Dasar - Dasar Pengelolaan Air Limbah".
- Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. (2012). "Petunjuk Teknis Operasional dan Pemeliharaan (O & P)".
- Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. (2013). "Petunjuk Teknis Pembangunan Infrastruktur Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat".
- Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. (2014). "Petunjuk Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat".
- Kennedy, J.F., Panesar, P.S., dan Grover, R. (2006). "Continuous Methanogenesis of Black Liquor of Pulp and Paper Mills in an Anaerobic Baffled Reactor Using an Immobilized Cell System". *Chemical Technology Biotechnology*. 81(7). 1277-1281.
- Manurung, R. (2004). "Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit". Universitas Sumatera Utara.
- Mara, D. (2003). "Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries". Earthscan, UK.

- Mendenhall, W. (1986). "Elementary Survey Sampling 3rd ed". Duxbury Press, Boston.
- Metcalf dan Eddy. (1981). "Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater". McGraw-Hill, New York.
- Metcalf dan Eddy. (2003). "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition". McGraw-Hill, New York.
- Metcalf dan Eddy. (2014). "Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th Edition". McGraw-Hill, New York.
- Morel, A. dan Dinier, S. (2006). "Greywater Management In Low Middle-Income Countries, Review Of Different Treatment System For Households Or Neighbourhoods". Swiss Federal Institute of Aquatic Science (EAWAG). Department Of Water And Sanitation In Developing Countries (SANDEC). Duebendorf, Switzerland.
- Mosey, F.E. (1983). "Mathematical modelling of the anaerobic digestion process: regulatory mechanisms for the formation of short-chain volatile acids from glucose". *Wat. Sci. Technol.* 15. 209-232.
- Purwaningsih, H. (2009). "Analisis Hubungan Antara Kondisi Sanitasi, Air Bersih dan Penderita Diare di Jawa Timur". ITS Surabaya.
- Qasim, S.R. (1985). "Wastewater treatment plants - Planning, Design, and Operation". CBS International, New York.
- Sasse, L. (2009). "DEWATS; Decentralized Wastewater Treatment In Developing Countries". BORDA, Breman.
- Sutopo, H.B. (2006). "Metode Penelitian Kualitatif". UNS Press, Surakarta.
- Tangahu, B. V. dan Warmadewanthi, I. D. A. A. (2001). "Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland". *Purifikasi.* 2(3). ITS Surabaya.
- Veenstra. (1995). "Wastewater Treatment". IHE Delf.
- Widyati, R. dan Yuliahsih. (2002). "Higiene dan Sanitasi Umum dan Perhotelan". PT Gramedia Widiarsana Indonesia, Jakarta.

KUESIONER

Petunjuk Pengisian:

1. Berilah tanda silang (X) untuk jawaban yang dipilih pada pertanyaan yang berupa pilihan
2. Untuk pertanyaan yang berupa isian, isi dengan jawaban yang singkat dan jelas
3. Jika terdapat ketidakjelasan dan mempunyai pertanyaan lebih lanjut dapat ditanyakan secara langsung pada saat pengisian lembar kuesioner.

I. IDENTITAS RESPONDEN

A. Demografi

1. Nama responden/kepala keluarga:
2. Umur:
3. Jenis kelamin:
4. Alamat:
5. Pendidikan
 - (1) SD/ sederajat
 - (2) SMP/ sederajat
 - (3) SMA/ sederajat
 - (4) S1
 - (5) S2/ S3
6. Pekerjaan utama/ pokok
 - (1) Pegawai negeri
 - (2) Swasta
 - (3) Wirausaha
 - (4) Guru
 - (5) Lain-lain, sebutkan...
7. Jumlah anggota dalam keluarga:

B. Tingkat Ekonomi

1. Pengeluaran rutin keluarga (termasuk kebutuhan sandang, pangan, papan, dan hiburan semua keluarga)
 - (1) < Rp 500.000,00, sebutkan
 - (2) Rp 500.000,00 s/d Rp 1.000.000,00
 - (3) > Rp 1.000.001,00 s/d Rp 1.500.000,00
 - (4) > Rp 1.500.001,00 s/d Rp 2.000.000,00
 - (5) > Rp 2.000.000,00

II. PENGETAHUAN SANITASI

1. Apakah saudara mengetahui tentang sanitasi?
 - (1) Tidak
 - (2) Ya
2. Menurut saudara, bolehkah buang air besar di sembarang tempat?
 - (1) Boleh, alasannya...
 - (2) Tidak boleh
3. Apakah saudara mengetahui dampak buang air besar sembarangan terhadap lingkungan dan kesehatan?
 - (1) Tidak tahu
 - (2) Tahu, sebutkan

III. PERILAKU SANITASI

1. Apakah saudara mempunyai jamban/WC di rumah?
 - (1) Tidak
 - (2) Ya (lanjut no. 3)
2. Dimana saudara dan anggota keluarga melakukan buang air besar?
3. Kemana tujuan akhir saluran jamban yang anda gunakan?
 - (1) Sungai
 - (2) Cubluk
 - (3) Septic tank komunal
 - (4) Septic tank individu
4. Dalam 3 bulan terakhir, saudara dan anggota keluarga pernah terkena penyakit diare?

- (1) Pernah (2) Tidak pernah
5. Jika saudara dan anggota keluarga terkena penyakit diare, berapa biaya yang anda butuhkan untuk sekali berobat?

- (1) Rp 10.000,00
(2) >Rp 10.001,00 s/d Rp 15.000,00
(3) > Rp 15.001,00 s/d Rp 20.000,00
(4) > Rp 20.001,00 s/d Rp 30.000,00

IV. KEMAUAN MERUBAH KEBIASAAN

1. Pada saat saudara melakukan buang air besar sembarangan bagaimana perasaan saudara?
- (1) Biasa saja (2) Malu/terpaksa
2. Apakah saudara ingin segera meninggalkan kebiasaan buang air besar sembarangan?
- (1) Tidak, alasannya...
(2) Ya, alasannya,...

V. KEMAUAN MEMBANGUN TEKNOLOGI SANITASI

1. Mana yang lebih saudara inginkan?
- (1) Tidak mau membangun
(2) Mempunyai jamban sendiri di rumah (jawab pertanyaan A)
(3) Jamban umum/MCK milik bersama (jawab pertanyaan B)
(4) IPAL komunal (jawab pertanyaan C)

A. Pilihan Teknologi Jamban Pribadi

1. Apakah saudara bersedia membangun jamban dengan biaya sendiri?
- (1) Tidak (2) Ya

VI. KEMAMPUAN MEMBANGUN TEKNOLOGI SANITASI

1. Berapa kemampuan keuangan saudara seandainya harus membangun jamban?
- (1) Rp 500.000,00 s/d Rp 1.000.000,00
(2) > Rp 1.000.001,00 s/d Rp 1.500.000,00
(3) > Rp 1.500.001,00 s/d Rp 2.000.000,00

VII. ASPEK TEKNIS

1. Dari mana sumber air bersih saudara?
- (1) Sungai (3) PDAM
(2) Air tanah (Sumur) (4) Lainnya, sebutkan...
2. Apakah di rumah/lahan saudara masih tersedia lahan untuk jamban?
- (1) Tidak (2) Ya

B. Pilihan Teknologi jamban umum/MCK

1. Mengapa saudara lebih memilih jamban umum/MCK?
2. Siapa yang saudara inginkan untuk membangun jamban umum?
- (1) Pemerintah (2) Swadaya Masyarakat
3. Apakah saudara bersedia berpartisipasi memelihara jamban umum?
- (1) Tidak (2) Ya
4. Siapa yang seharusnya bertanggung jawab memelihara jamban umum?
- (1) Pemerintah (2) Masyarakat

VI. KEMAMPUAN MEMELIHARA TEKNOLOGI SANITASI

1. Berapa kemampuan keuangan saudara seandainya harus memelihara jamban umum/MCK?
- (1) Rp 1.000,00 per bulan
(2) >Rp 1.001,00 s/d Rp 1.500,00 per bulan
(3) > Rp 1.501,00 s/d Rp 2.000,00 per bulan
(4) > Rp 2.001,00 s/d Rp 3.000,00 per bulan

C. Pilihan Teknologi IPAL komunal

1. Mengapa saudara lebih memilih IPAL komunal?
2. Siapa yang saudara inginkan untuk membangun IPAL komunal?
(1) Pemerintah (2) Swadaya Masyarakat
3. Apakah saudara bersedia berpartisipasi memelihara IPAL komunal?
(1) Tidak (2) Ya
4. Siapa yang seharusnya bertanggung jawab memelihara IPAL komunal?
(1) Pemerintah (2) Masyarakat

VI. KEMAMPUAN MEMELIHARA TEKNOLOGI SANITASI

1. Berapa kemampuan keuangan saudara seandainya harus memelihara IPAL komunal?
(1) Rp 1.000,00 per bulan
(2) >Rp 1.001,00 s/d Rp 1.500,00 per bulan
(3) > Rp 1.501,00 s/d Rp 2.000,00 per bulan
(4) > Rp 2.001,00 s/d Rp 3.000,00 per bulan

VII. ASPEK TEKNIS

1. Dari mana sumber air bersih saudara?
(1) Sungai (3) PDAM
(2) Air tanah (Sumur) (4) Lainnya, sebutkan...
2. Apakah rumah saudara sering dilanda banjir ketika musim penghujan?
(1) Ya (2) Tidak
3. Berapa ketinggian maksimum air hujan ketika banjir?
(1) Lebih dari 100 cm (3) 30 cm sampai 50 cm
(2) 51 cm sampai 100 cm (4) Kurang dari 30 cm
4. Apakah dirumah saudara terdapat sumur?
(1) Tidak (2) Ya
5. Berapa jarak septic tank saudara dengan sumur?
(1) Kurang dari 5 m (3) Lebih dari 10 m
(2) 5 m sampai 10 m
6. Bagi yang sudah mempunyai septic tank, apakah pernah dikuras?
(1) Tidak Pernah (2) Pernah
7. Jika pernah dikuras, kapan terakhir saudara menguras septic tank?
(1) Lebih dari 5 tahun lalu (3) Kurang dari 2 tahun lalu
(2) 2 tahun sampai 5 tahun lalu

PROJECT: _____	UNIT TAG: _____	QUANTITY: _____
REPRESENTATIVE: _____	TYPE OF SERVICE: _____	DATE: _____
ENGINEER: _____	SUBMITTED BY: _____	DATE: _____
CONTRACTOR: _____	APPROVED BY: _____	DATE: _____
	ORDER NO.: _____	DATE: _____

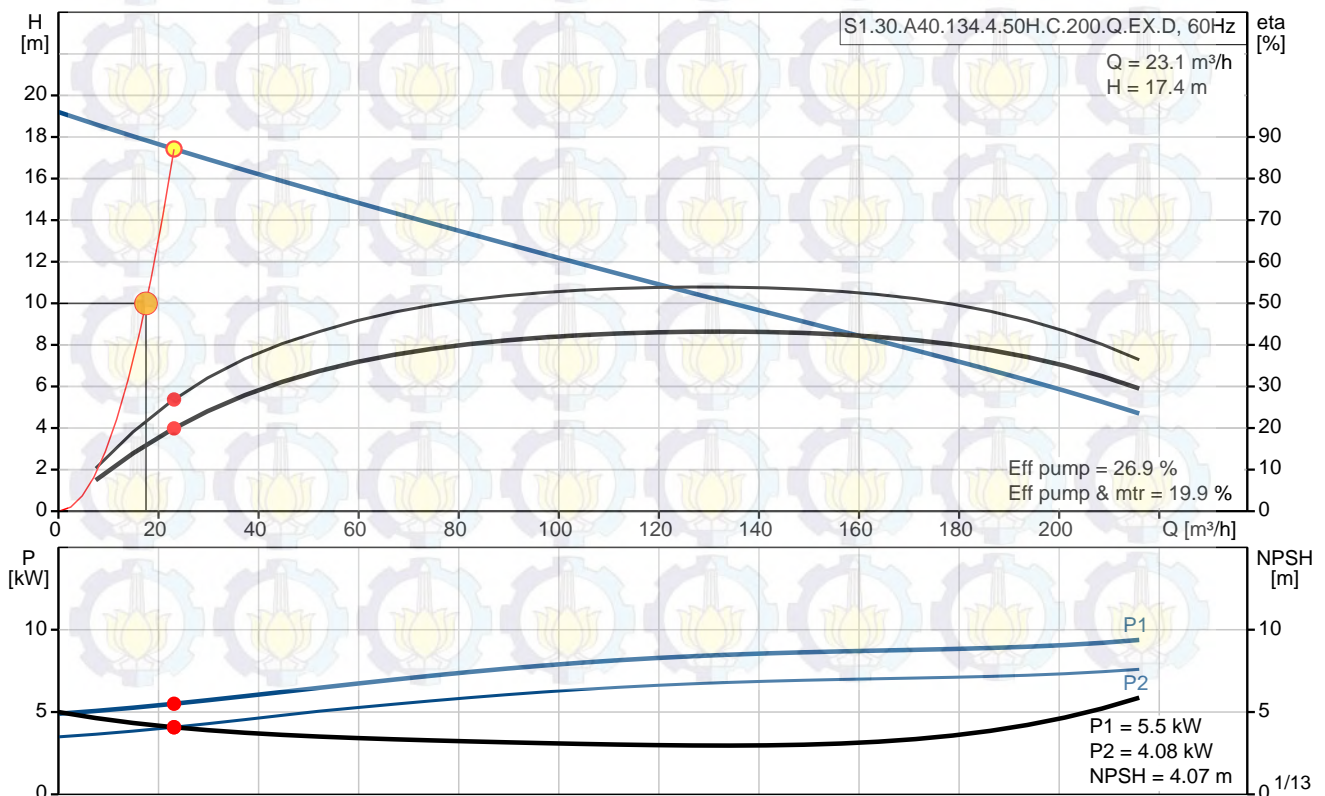


S1.30.A40.134.4.50H.C.200.Q.EX.D

Sewage pumps

Product photo could vary from the actual product

Conditions of Service		Pump Data		Motor Data	
Flow:	23.1 m³/h	Liquid temperature range:	273 .. 313 K	Rated voltage:	230/460 V
Head:	17.4 m	Maximum ambient temperature:	313 K	Main frequency:	60 Hz
Efficiency:	19.9 %	Flange standard:	ANSI	Number of poles:	4
Liquid:	Water	Product number:	97663611	Enclosure class:	IP68
Temperature:	_____			Insulation class:	H
NPSH required:	4.1 m			Motor protection:	KLIXON
Viscosity:	1 mm²/s			Motor_efficiency:	80 %
Specific Gravity:	_____				



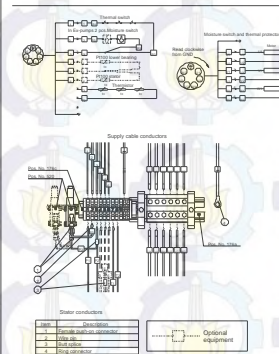
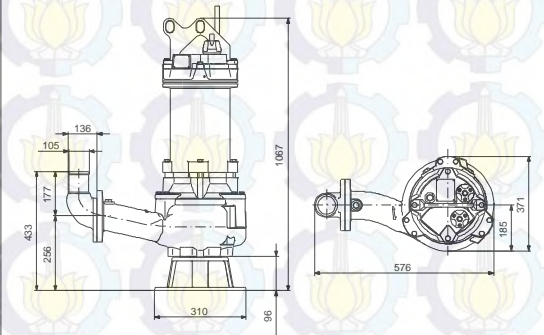
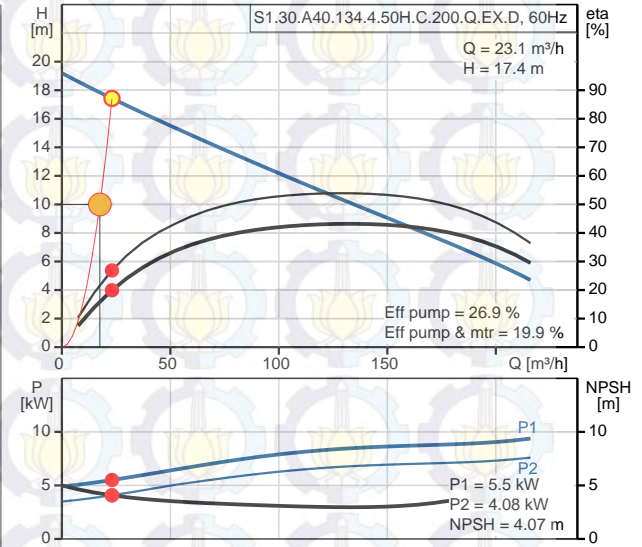


Company name: -
Created by: -
Phone: -
Fax: -
Date: -

Project: -
Reference number: -

Client: -
Client number: -
Contact: -

Description	Value
General information:	
Product name:	S1.30.A40.134.4.50H.C.200.Q.E X.D
Position	
Product No.:	97663611
EAN:	5710620670655
Price:	On request
Technical:	
Max flow:	216 m³/h
Head max:	19.2 m
Actual impeller diameter:	200 mm
Type of impeller:	1-CHANNEL
Maximum particle size:	80 mm
Primary shaft seal:	SIC-SIC
Secondary shaft seal:	SIC-CARBON
Curve tolerance:	ANSI/HI11.6:2012 3B2
Materials:	
Pump housing:	Cast iron EN-GJL-250 AISI A48 30
Impeller:	Stainless steel DIN W.-Nr. 1.4408 AISI CF8M
Motor:	Cast iron EN-JL1040 AISI A48 30
Installation:	
Maximum ambient temperature:	313 K
Flange standard:	ANSI
Pump inlet:	4"
Pump outlet:	4"
Installation:	C
Inst dry/wet:	D/S
Installation:	vertical
Auto-coupling:	97626238
Inst vertical:	96845469
Base stand:	96846769
Frame range:	50
Liquid:	
Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	273 .. 313 K
Kinematic viscosity:	1 mm²/s
Electrical data:	
Number of poles:	4
Maximum current consumption:	36 A
Power input - P1:	12 kW
Rated power - P2:	10 kW
Main frequency:	60 Hz
Rated voltage:	3 x 230/460 V
Voltage tolerance:	+10/-10 %
Start. method:	direct-on-line
Max starts per. hour:	20
Rated current:	36/18/ A
Starting current:	226 A





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Teknologi Sanitasi
Sebagai Upaya Bebas Buang Air
Besar Sembarangan di Kecamatan
Tegalsari

NAMA DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST., MT
NIP. 19830304 200604 1 002

NAMA MAHASISWA DAN NRP

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

PETA KECAMATAN TEGALSARI

SUMBER

DINAS TATA KOTA SURABAYA

KETERANGAN



SKALA 1: 25.000

LEGENDA

TRANSPORTASI

- Jalan Tol
- Jalan Arteri / Kolektor
- Jalan Perumahan
- Jalan Sedang Dibangun
- Jalan Setapak
- Jembatan
- Jalan Kereta Api

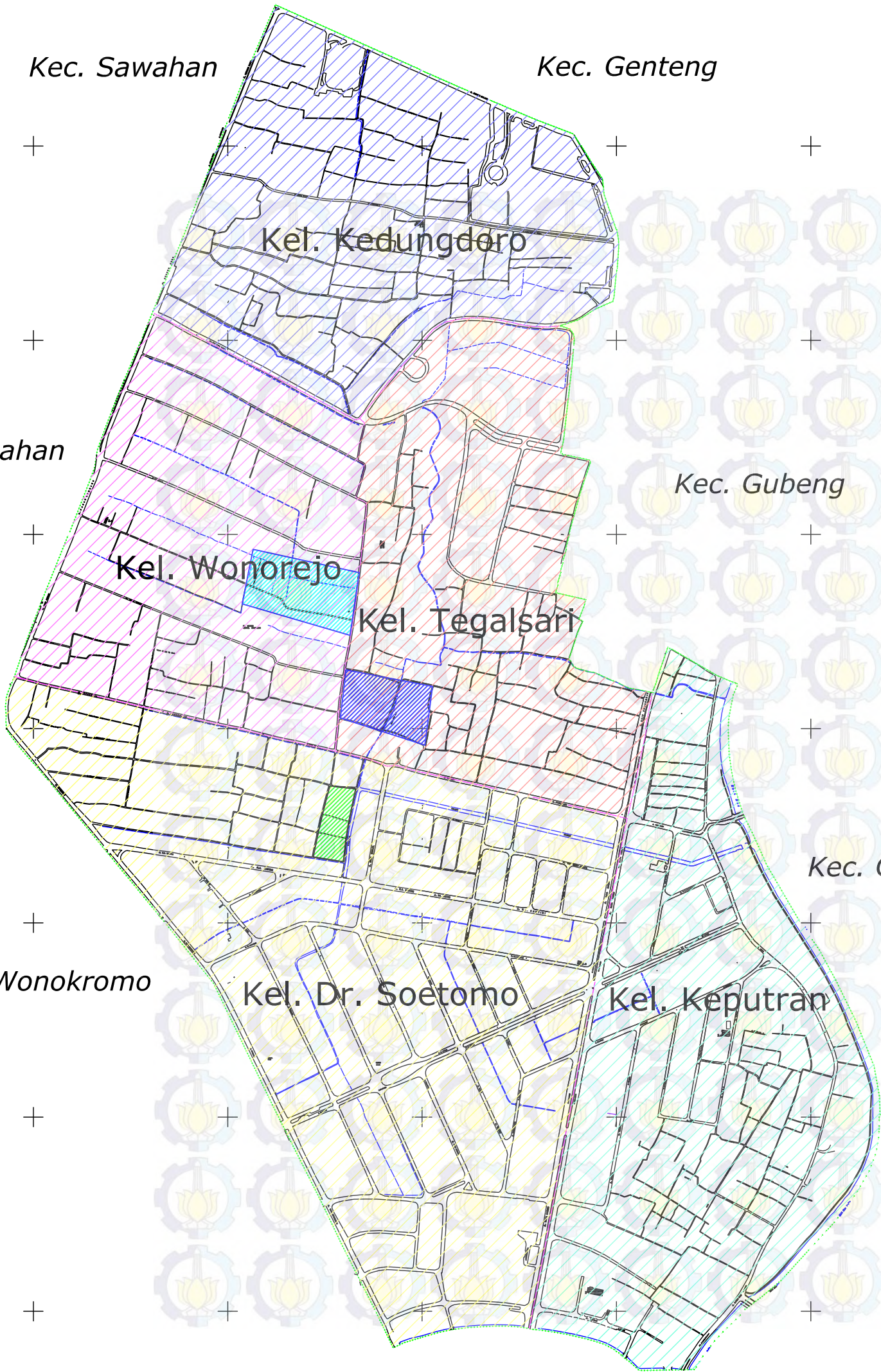
BATAS ADMINISTRASI

- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan

PERAIRAN

- a. Sungai
- b. Anak Sungai
- c. Arus

- RW 2 DR. SOETOMO
- RW 7 TEGALSARI
- RW 6 WONOREJO





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

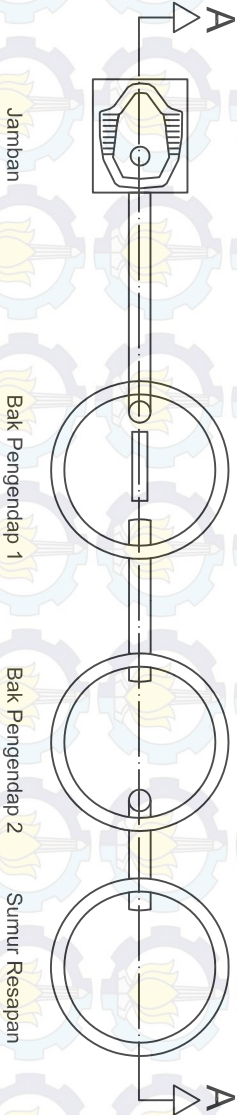
DENAH DAN POTONGAN A-A
TANGKI SEPTIK 2-2-1

KETERANGAN

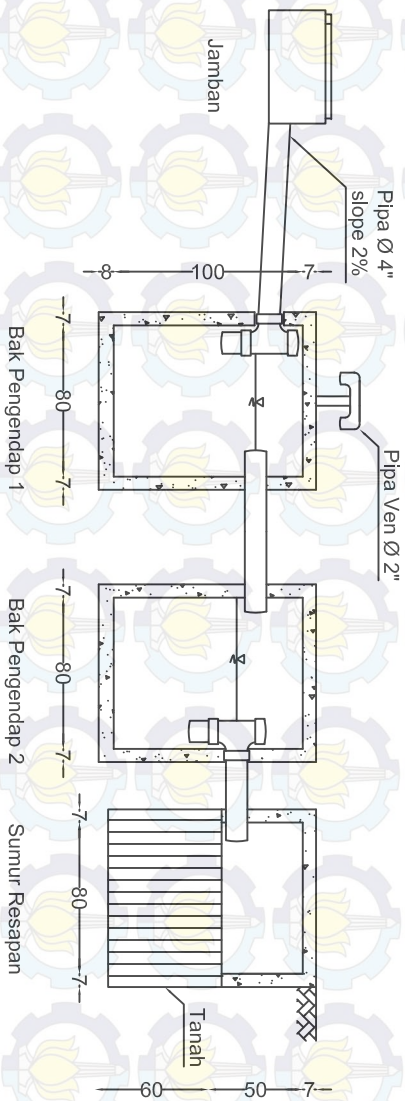
 BETON
Satuan centimeter

SKALA


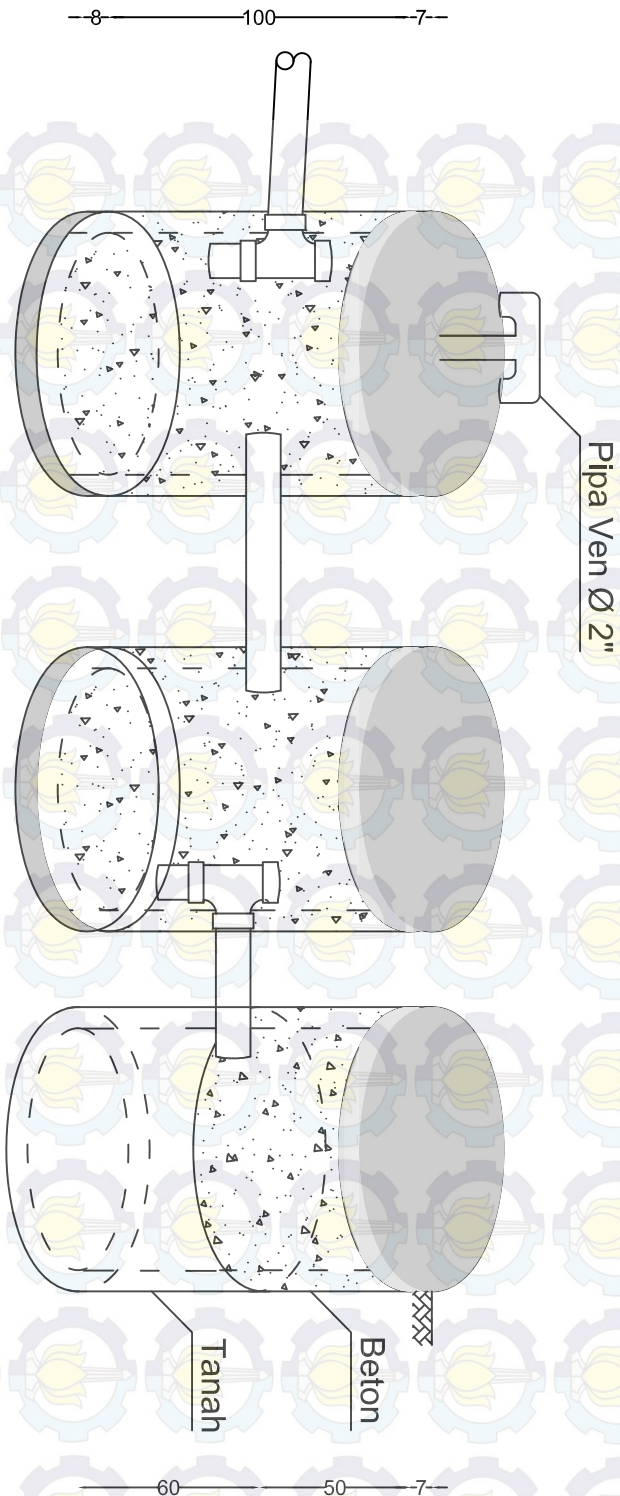
1 : 40



DENAH TANGKI SEPTIK 2-2-1



POTONGAN A-A

<div></div> <div>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</div>		<div>TUGAS AKHIR PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA</div>		<div>DOSEN PEMBIMBING ALFAN PURNOMO, ST. MT.</div>		<div>NAMA MAHASISWA SILVANA HERRARI 3311100042</div>		<div>JUDUL GAMBAR ILUSTRASI 3D TANGKI SEPTIK 2-2-1</div>		<div>KETERANGAN <div> BETON Satuan centimeter</div></div>		<div>SKALA 1 : 25</div>	
<div><div>Bak Pengendap 1 Bak Pengendap 2 Sumur Resapan ILUSTRASI 3D TANGKI SEPTIK 2-2-1</div></div>													



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNYANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

DENAH DAN POTONGAN A-A
TANGKI SEPTIK 3-3-1

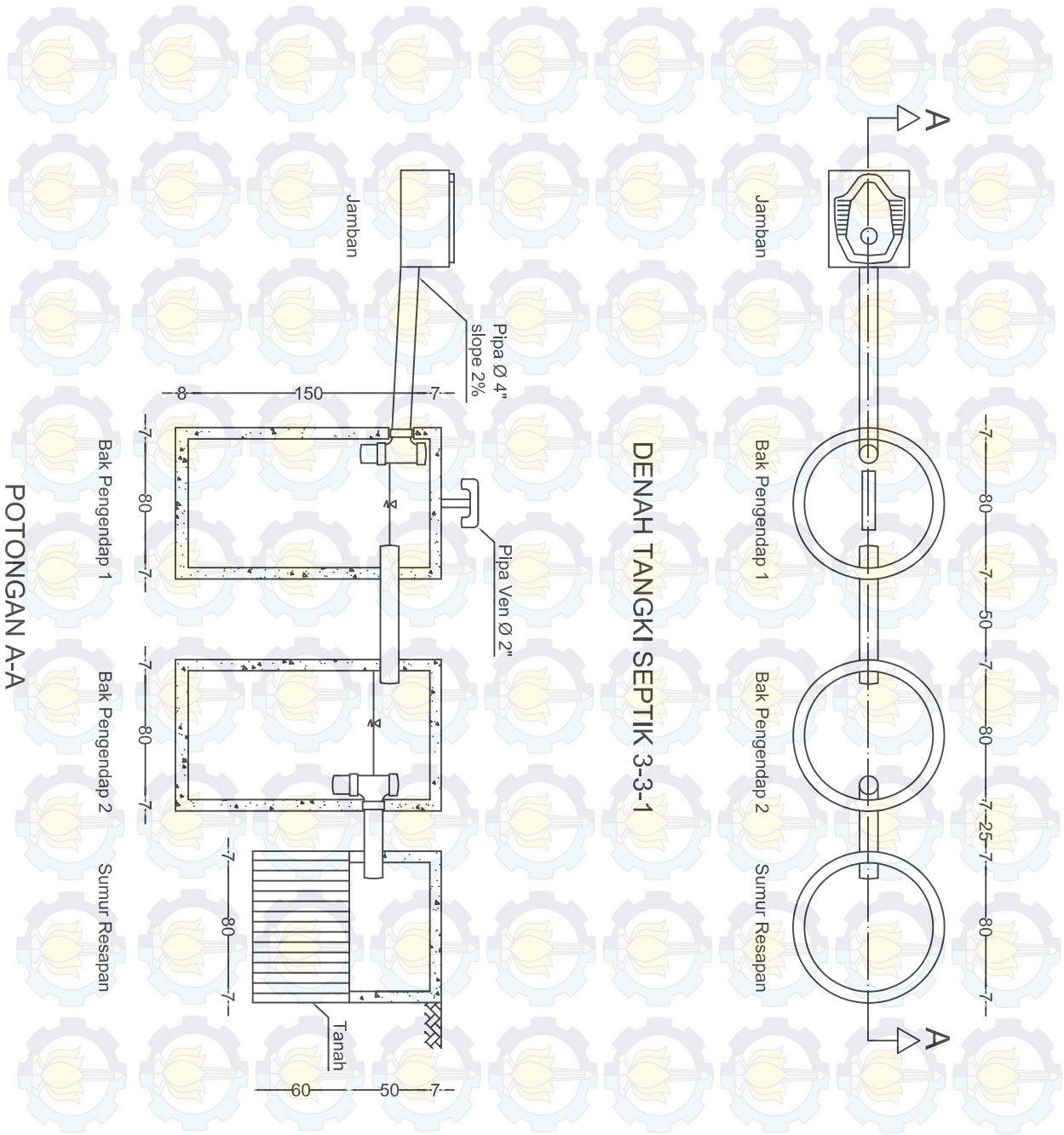
KETERANGAN



Satuan centimeter

SKALA

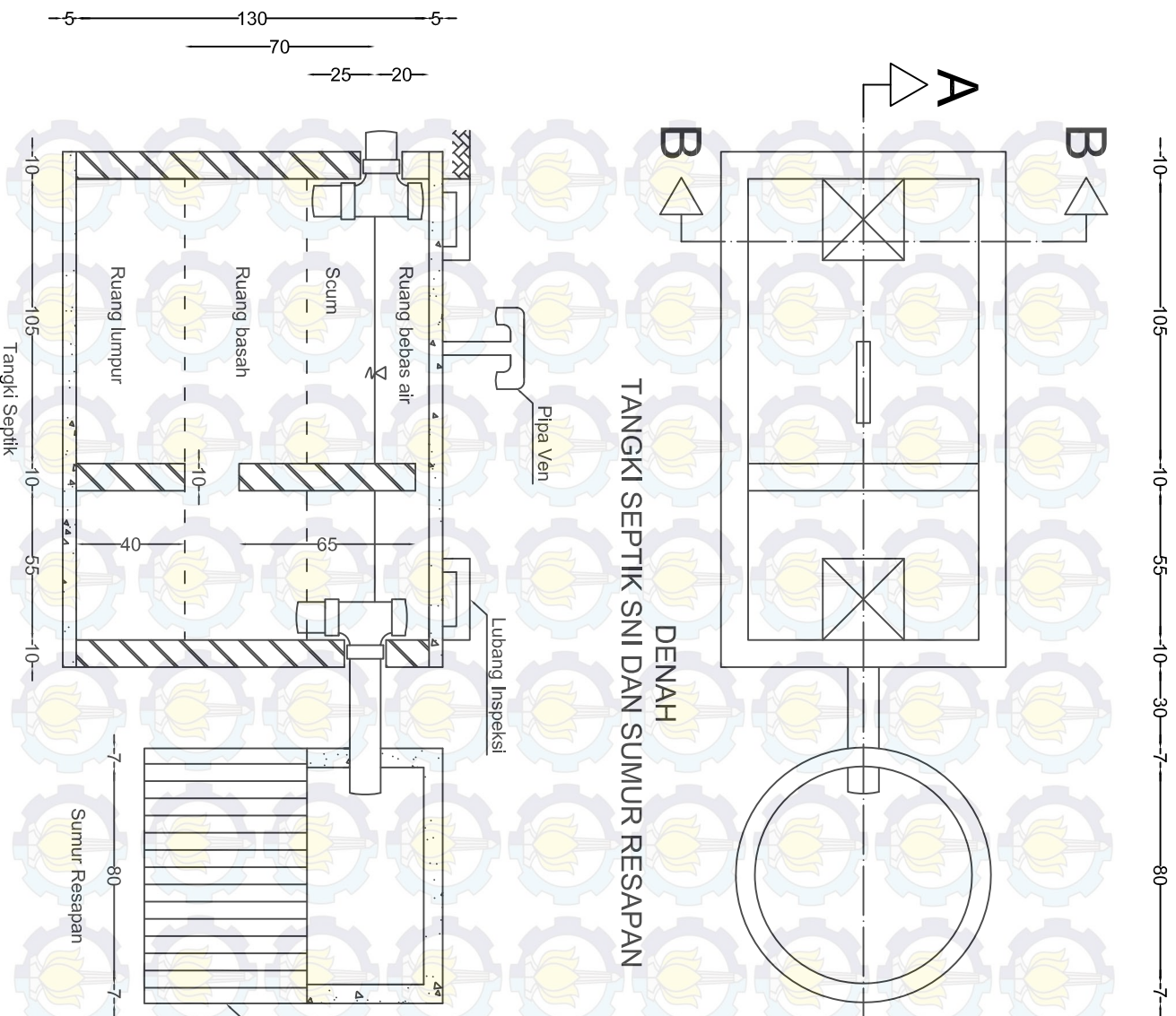
1 : 40



DENAH TANGKI SEPTIK 3-3-1

POTONGAN A-A

<div></div> <div>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</div>		<div>TUGAS AKHIR</div> <div>PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA</div>		<div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>ALFAN PURNOMO, ST. MT.</div>		<div>NAMA MAHASISWA</div> <div>SILVANA HERRARI 3311100042</div>		<div>JUDUL GAMBAR</div> <div>ILUSTRASI 3D TANGKI SEPTIK 3-3-1</div>		<div>KETERANGAN</div> <div><div></div>BETON</div> <div>Satuan centimeter</div>		<div>SKALA</div> <div>1 : 25</div>	
<div></div> <div><div>Bak Pengendap 1</div><div>Bak Pengendap 2</div><div>Sumur Resapan</div><div>ILUSTRASI 3D TANGKI SEPTIK 3-3-1</div></div>													



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNYANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

DENAH DAN POTONGAN
TANGKI SEPTIK SNI DAN SUMUR RESAPAN

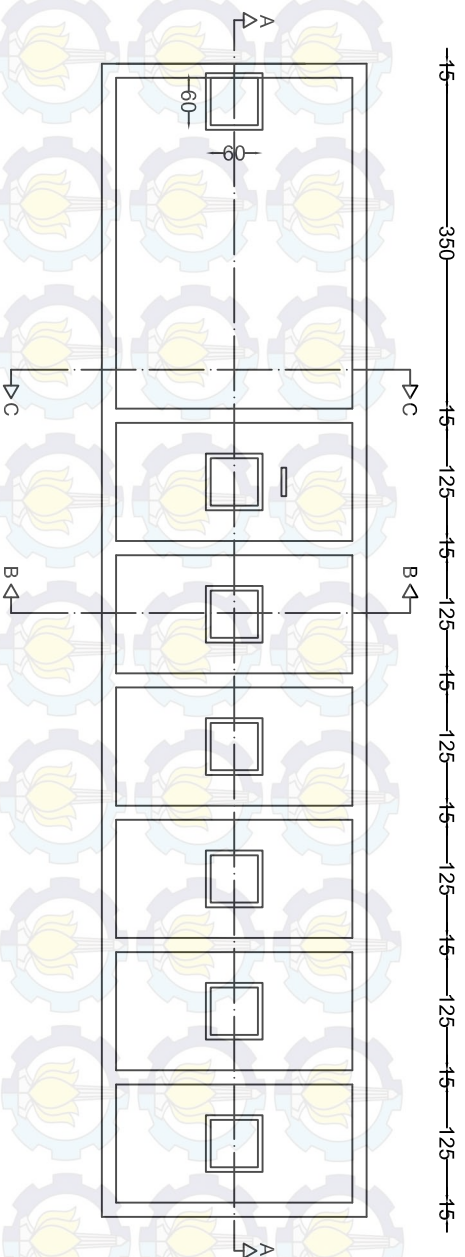
KETERANGAN



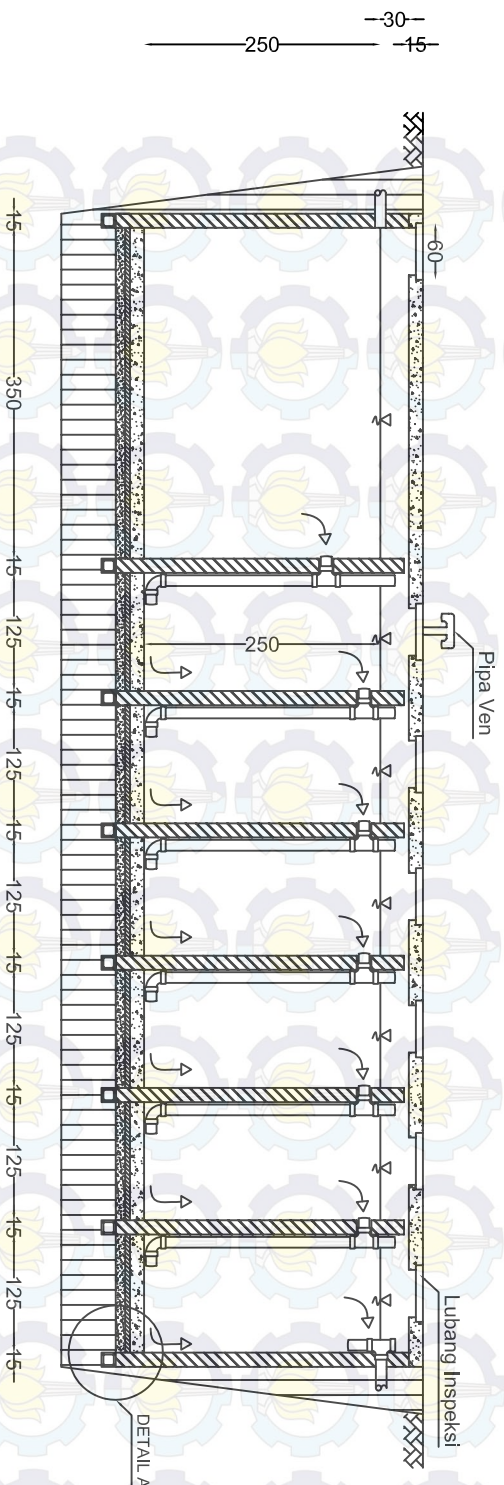
SKALA

1 : 25

Satuan centimeter



DENAH
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR



POTONGAN A-A



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNYANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

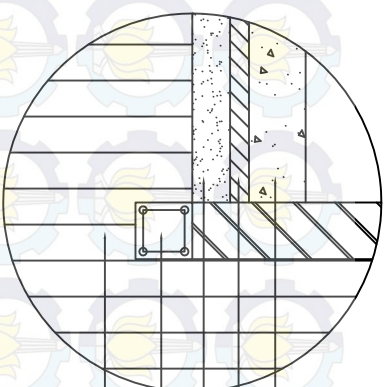
DENAH DAN POTONGAN
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR

KETERANGAN



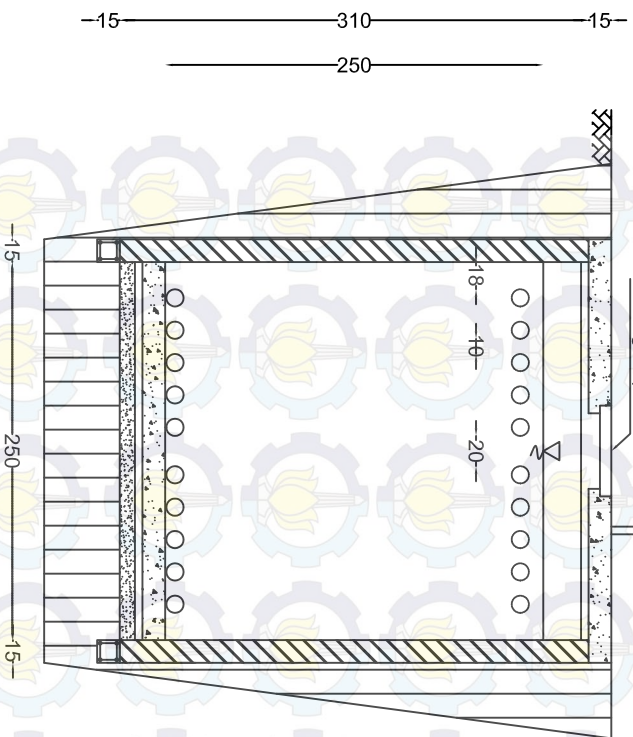
SKALA

1 : 80
Satuan centimeter

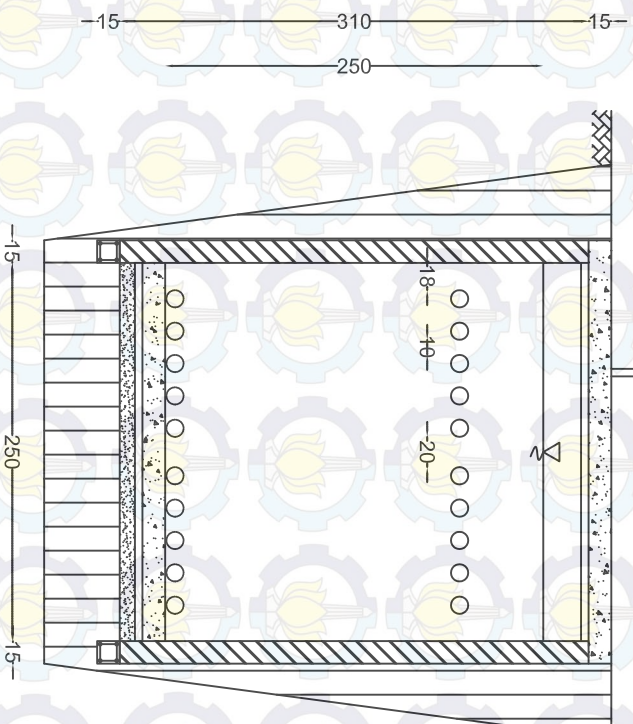


Beton
Lantai Kerja
Pasir urug
Sloof 15 cm x 15 cm
Tanah urug

DETAIL A
Skala 1:20



POTONGAN B-B
Skala 1: 50



POTONGAN C-C
Skala 1: 50



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

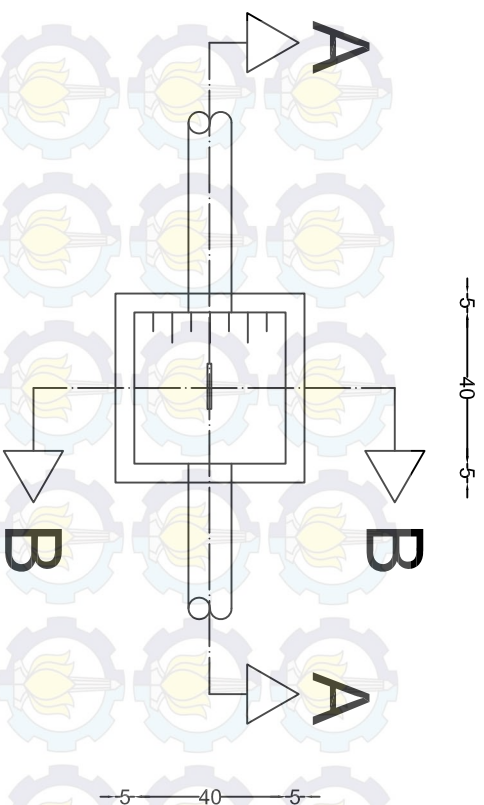
SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

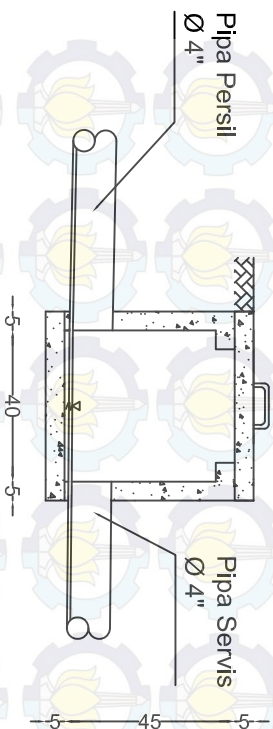
POTONGAN DAN DETAIL
ANAEROBIC BAFFLE REACTOR

KETERANGAN

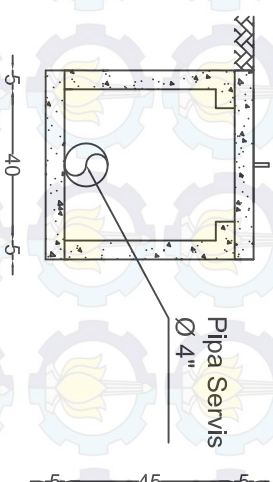
BETON
 BATA
 URUGAN TANAH
 Satuan centimeter



DENAH BAK KONTROL TIPE 1



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

DENAH DAN POTONGAN
BAK KONTROL TIPE 1

KETERANGAN


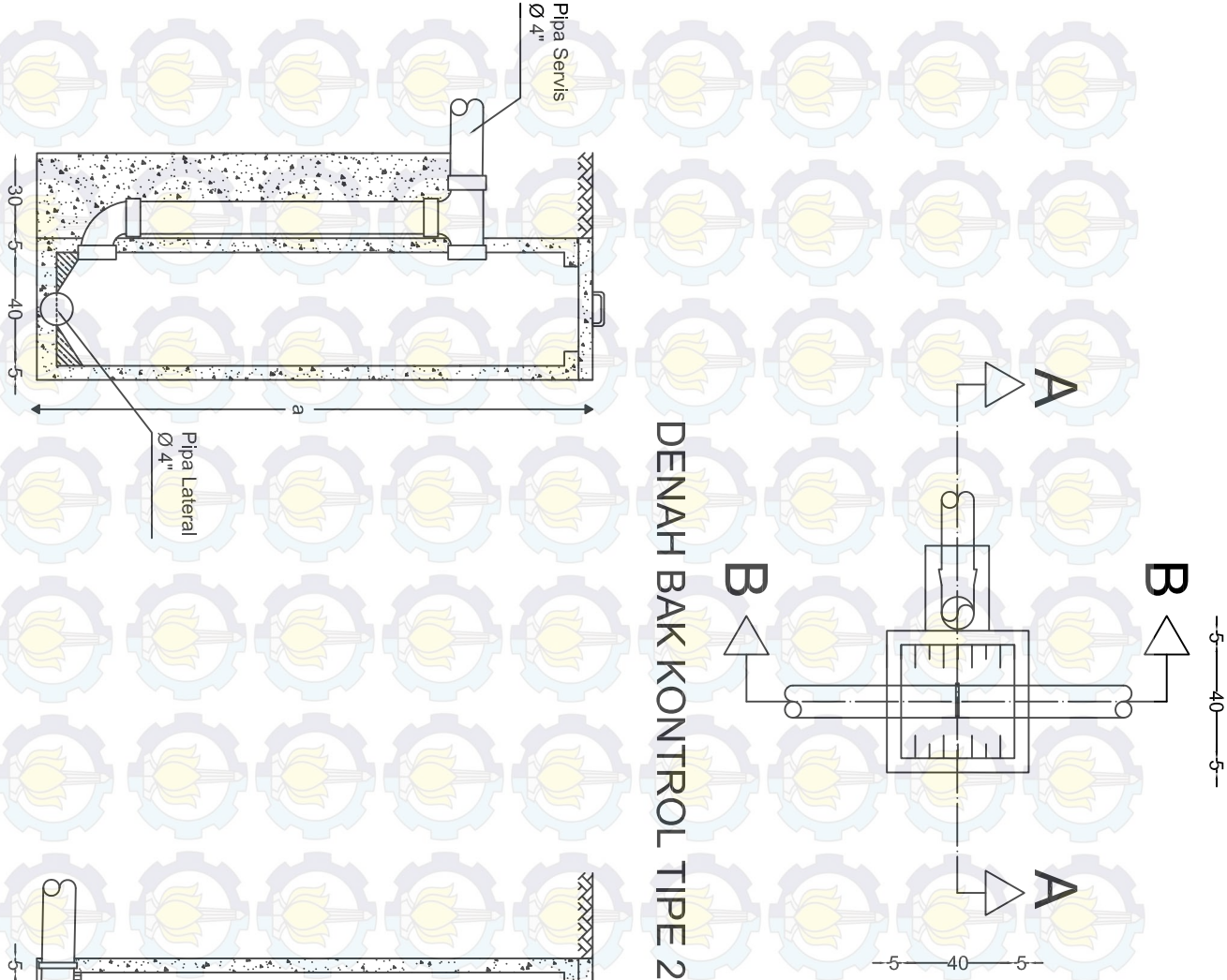




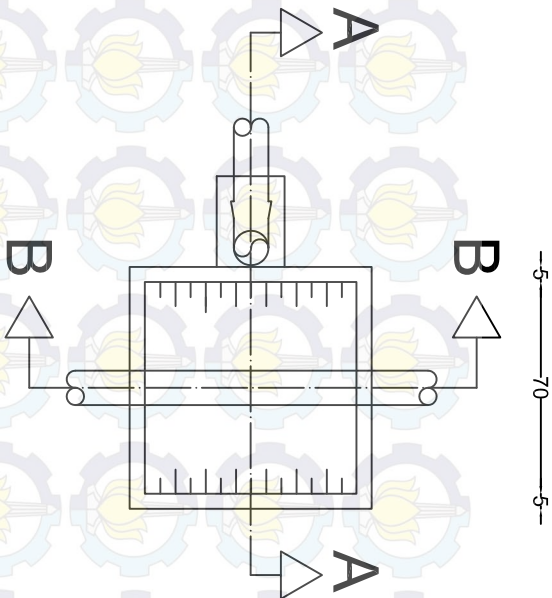
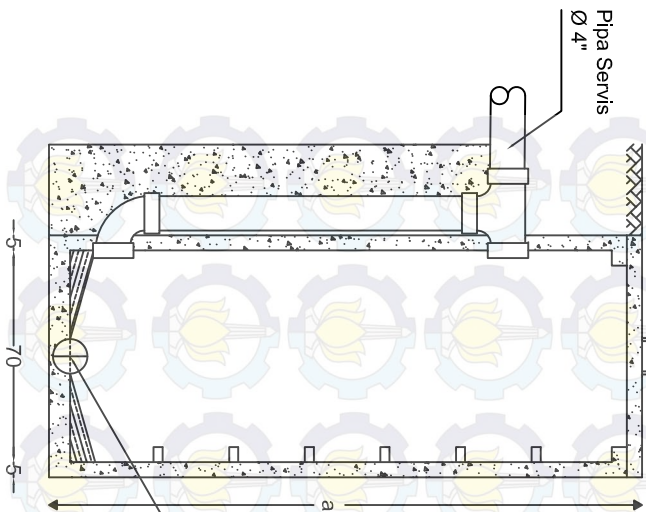
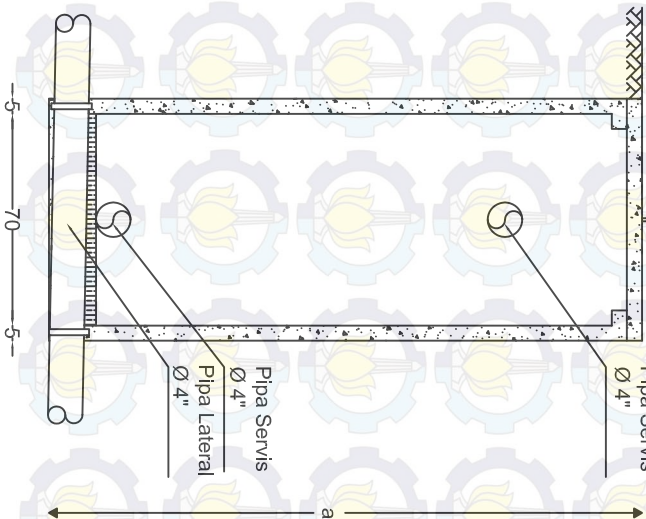
BETON

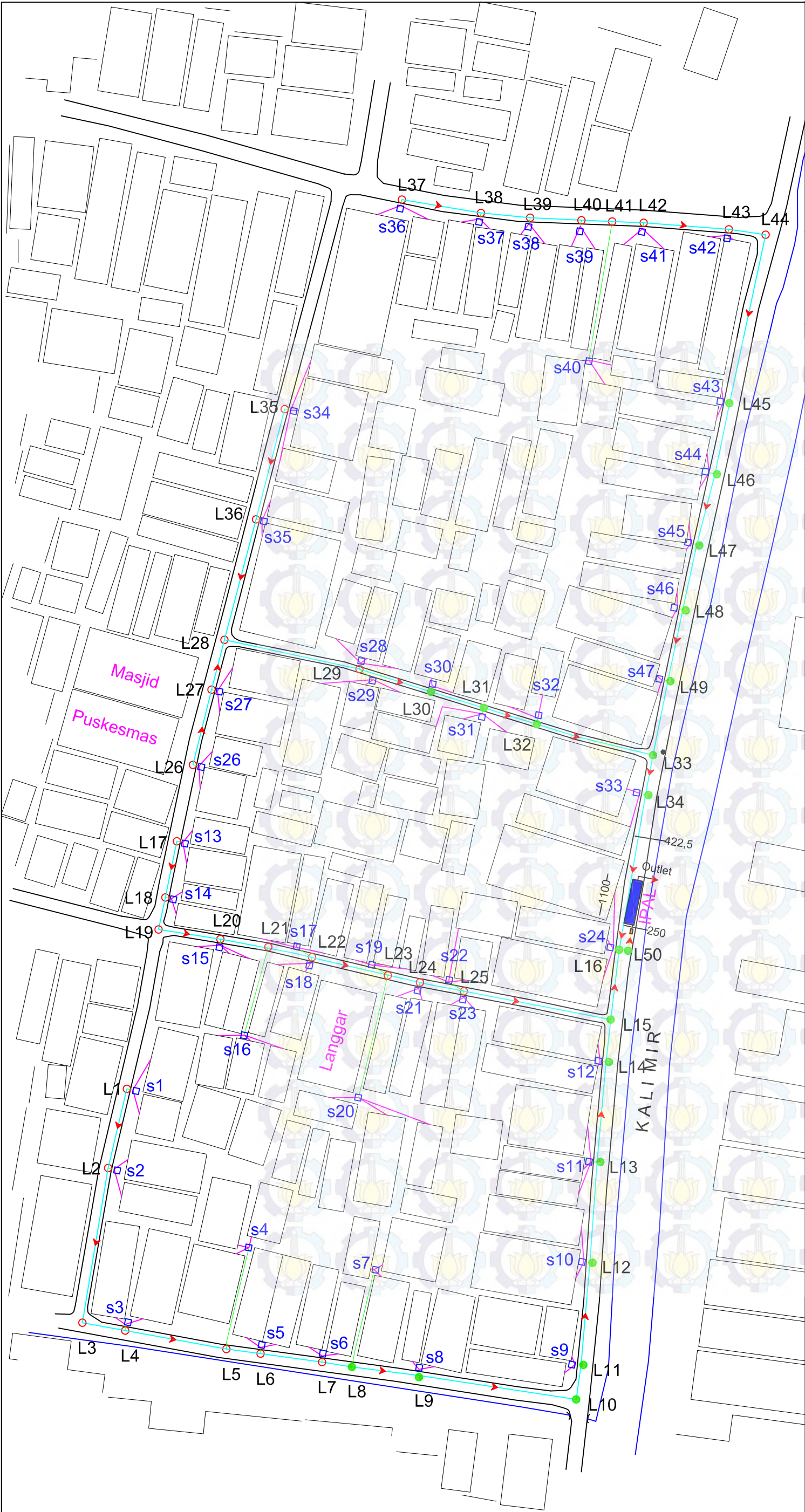
Satuan centimeter

SKALA

1 : 20

 <p>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	<p>TUGAS AKHIR</p> <p>PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA BEBAS BUNANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA</p> <p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>ALFAN PURNOMO, ST. MT.</p> <p>NAMA MAHASISWA</p> <p>SILVANA HERRARI 3311100042</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>DENAH DAN POTONGAN BAK KONTROL TIPE 2</p> <p>KETERANGAN</p> <div data-bbox="529 1832 569 1928" data-label="Image"></div> <p>BETON</p> <p>Satuan centimeter</p> <p>SKALA</p> <p>1 : 25</p>
<p>DENAH BAK KONTROL TIPE 2</p>		
		

<div></div> <div>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</div>					<div>TUGAS AKHIR</div> <div>PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA</div>					<div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>ALFAN PURNOMO, ST. MT.</div>					<div>NAMA MAHASISWA</div> <div>SILVANA HERRARI 3311100042</div>					<div>JUDUL GAMBAR</div> <div>DENAH DAN POTONGAN MANHOLE</div>					<div>KETERANGAN</div> <div><div></div>BETON</div> <div>Satuan centimeter</div>					<div>SKALA</div> <div>1 : 25</div>				
<div></div> <div>DENAH MANHOLE</div>										<div></div> <div>POTONGAN A-A</div>										<div></div> <div>POTONGAN B-B</div>														



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.











NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

JALUR SPAL
RW 2 KELURAHAN DR. SOETOMO

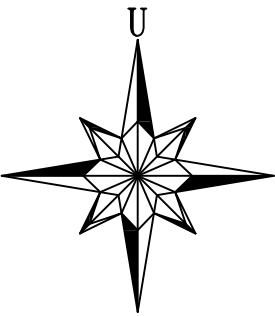
KETERANGAN

- | | |
|--|--|
|  IPAL |  SUMUR PENGUMPUL |
|  PIPA PERSIL |  BAK KONTROL Tipe 1 |
|  PIPA SERVIS |  BAK KONTROL Tipe 2 |
|  PIPA LATERAL |  MANHOLE |
|  PIPA INDUK |  ARAH ALIRAN |

SKALA

1 : 1000

Satuan centimeter





PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

SILVANA HERRARI
3311100042

PROFIL HIDROLIS

Muka Tanah

Pipa

IGL

SKALA

1:100



Jalur Pipa	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
Panjang Pipa (m)	13	26	7	7	6	10	5	11	26	6	17	16	16	7	
Elv. Muka Tanah (m)	7											7	6,6	6,2	6
Elv. Atas Pipa (m)	6,48	6,22	5,7	5,56	5,42	5,3	5,1	5	4,78	4,26	4,14	3,8	3,48	3,16	3,02
Elv. Bawah Pipa (m)	6,36	6,11	5,58	5,45	5,31	5,18	4,98	4,88	4,66	4,15	4,03	3,68	3,36	3,05	2,9
Slope Pipa									0,02						
Diameter Pipa (mm)									110						



PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

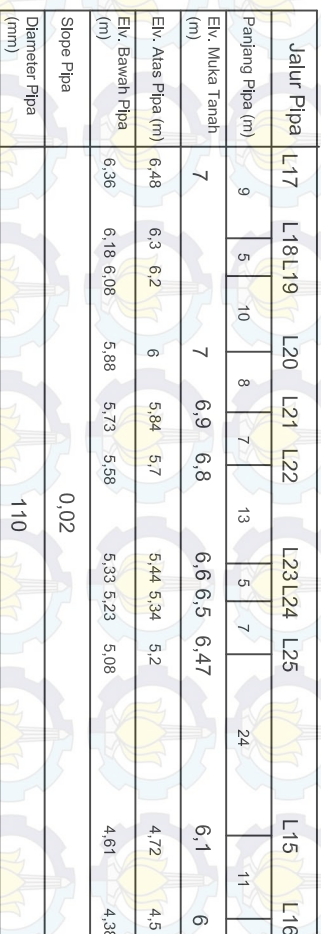
SILVANA HERRARI
3311100042

PROFIL HIDROLIS

Muka Tanah

Pipa

SKALA





JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNYANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

PROFIL HIDROLIS

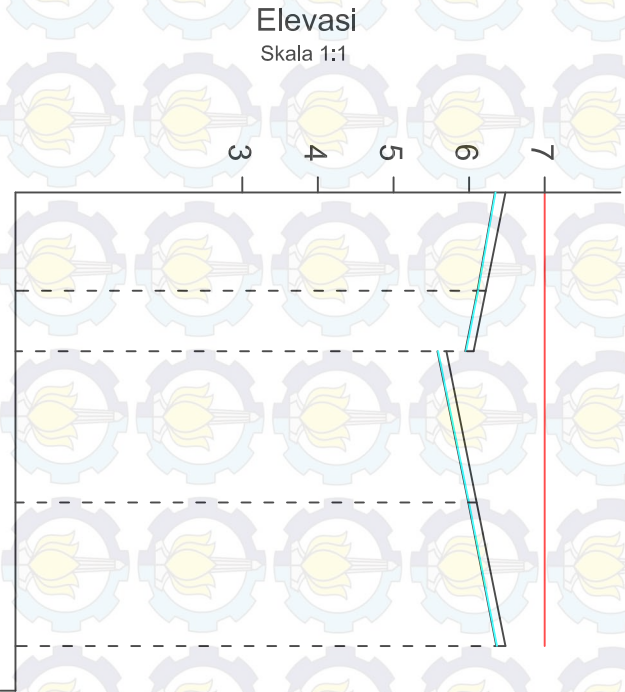
KETERANGAN



HGL

SKALA

1 : 100



Jalur Pipa	L26	L27	L28	L36	L35
Panjang Pipa (m)	13	8	20	19	
Elev. Muka Tanah (m)					
Elev. Atas Pipa (m)	6,48	6,22	5,7	6,1	6,48
Elev. Bawah Pipa (m)	6,36	6,11	5,58	5,98	6,36
Slope Pipa					
Diameter Pipa (mm)					



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUNANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

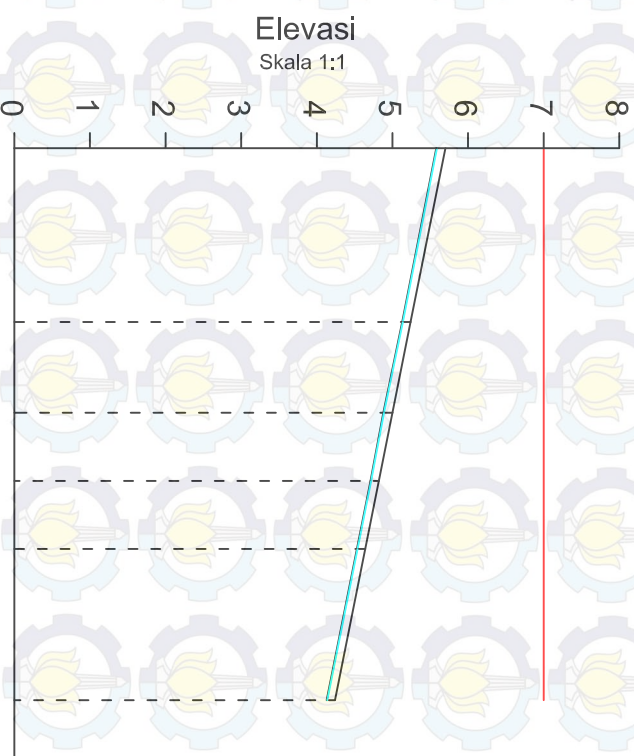
ALFAN PURNOMO, ST. MT.

NAMA MAHASISWA

SILVANA HERRARI
3311100042

JUDUL GAMBAR

PROFIL HIDROLIS



Jalur Pipa	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Panjang Pipa (m)	23	12	9	9		20
Elv. Muka Tanah (m)	7					
Elv. Atas Pipa (m)	5,7	5,24	5	4,82	4,64	4,24
Elv. Bawah Pipa (m)	5,58	5,13	4,88	4,7	4,53	4,13
Slope Pipa	0,02					
Diameter Pipa (mm)	110					

KETERANGAN

Muka Tanah
Pipa

HGL

SKALA

1 : 100



PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA
BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI
KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA

ALFAN PURNOMO, ST. MT.

SILVANA HERRARI
3311100042

PROFIL HIDROLIS

Muka Tanah


Pipa

IGL

SKALA

1:100



 <p>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>
<p>TUGAS AKHIR</p> <p>PERENCANAAN TEKNOLOGI SANITASI SEBAGAI UPAYA BEBAS BUANG AIR BESAR SEMBARANGAN DI KECAMATAN TEGALSARI SURABAYA</p>
<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>ALFAN PURNOMO, ST. MT.</p>
<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>SIL VANA HERRARI 3311100042</p>
<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PROFIL HIDROLIS</p>
<p>KETERANGAN</p> <p>Muka Tanah</p> <p>Pipa</p> <p>HGL</p> <p>SKALA</p> <p>1 : 100</p>

BIOGRAFI PENULIS



SILVANA HERRARI, lahir pada 3 April 1994 di Gresik sebagai anak kedua dari pasangan Prajoedijanto dan Puji Astuti. Setelah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah GKB Gresik, SMPN 22 Surabaya, dan SMAN 15 Surabaya, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2011. Selain beraktivitas di lingkungan jurusan, penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan di Badan Eksekutif Mahasiswa ITS dan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP ITS. Topik tugas akhir yang diambil penulis adalah tentang penyediaan teknologi sanitasi. Judul tugas akhir penulis adalah Perencanaan Teknologi Sanitasi Sebagai Upaya Bebas Buang Air Besar Sembarangan di Kecamatan Tegalsari. Semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat serta berkontribusi dalam dunia pendidikan dan penelitian selanjutnya sebagai upaya penyediaan sanitasi layak bagi permukiman padat di perkotaan. Penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca guna perbaikan selanjutnya. Penulis dapat dihubungi melalui email silvanaherrari@gmail.com.